



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士 學位論文

국내산 김, 다시마, 미역, 툇의  
생산지역에 따른 미네랄 함량 분석  
및 영양평가



2017年 2月

釜慶大學校 大學院

食 品 工 學 科

鄭 曉 湏

工學碩士 學位論文

국내산 김, 다시마, 미역, 톳의  
생산지역에 따른 미네랄 함량 분석  
및 영양평가

指導教授 趙永濟

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2017年 2月

釜慶大學校 大學院

食品工學科

鄭曉漬

# 鄭曉滄의 工學碩士 學位論文을 認准함

2017年 02月

主 審 農 學 博 士 安 東 賢 (印)

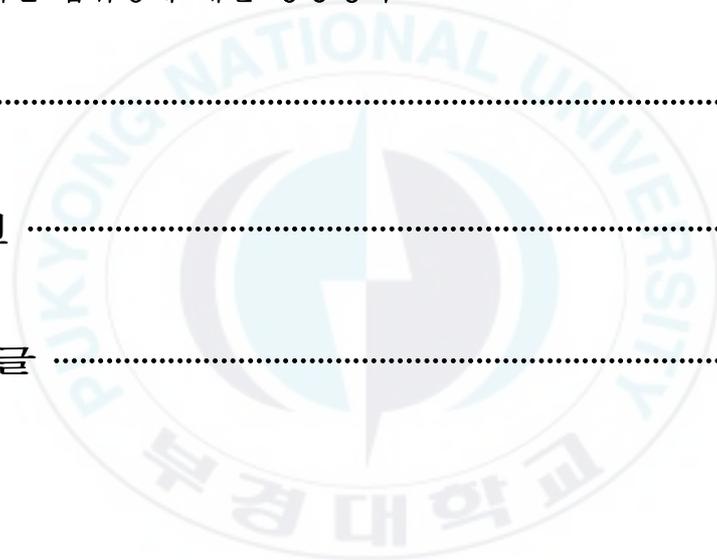
委 員 藥 學 博 士 金 榮 穆 (印)

委 員 水 產 學 博 士 趙 永 濟 (印)

# 목 차

Abstract .....	i
서 론 .....	1
재료 및 방법 .....	4
1. 실험재료 .....	4
1. 1. 국내 주요 소비 해조류 .....	4
2. 실험방법 .....	4
2. 1. 일반성분 함량 측정 .....	4
2. 2. 지방산 조성비 측정 .....	4
2. 3. 총 아미노산 함량 측정 .....	5
2. 4. 미네랄 함량 측정 .....	5
2. 4. 1. 전처리 방법 .....	5
2. 4. 2. 요오드 분석법 .....	6
2. 4. 3. 기기분석 .....	6
2. 4. 4. 회수율측정 .....	6
2. 5. 통계처리 .....	6
3. 미네랄 섭취량 및 영양평가 .....	8

결과 및 고찰 .....	9
1. 생산지역에 따른 해조류의 영양성분 분석 .....	9
1. 1. 일반성분 함량 .....	9
1. 2. 지방산조성 함량 .....	15
1. 3. 총 아미노산 함량 .....	21
1. 4. 미네랄 함량 .....	27
2. 생산지역에 따른 해조류의 미네랄 섭취량 및 영양평가 .....	35
2. 1. 미네랄 섭취량 .....	35
2. 2. 미네랄 섭취량에 대한 영양평가 .....	38
요약 .....	50
참고문헌 .....	52
감사의 글 .....	58



The Minerals Analysis and Nutritional Evaluation according to  
Production Area Laver, Japanese kelp, Sea mustard, Hijiki in Korea  
(*Porphyra tenera*, *Saccharina japonicus*, *Undaria pinnatifida*,  
*Sargassum fusiforme*)

Hyo-Jung Jung

Department of Food Science and Technology, Graduate School,  
Pukyong National University

### Abstract

The purpose of this study was to analyze the nutritional components and to evaluate nutritional value of seaweeds: laver (*Porphyra tenera*), Japanese kelp (*Saccharina japonicus*), sea mustard (*Undaria pinnatifida*) and hijiki (*Sargassum fusiforme*). Proximate composition, fatty acid composition, total amino acid and mineral contents were measured.

There was no significantly difference in the proximate composition of the laver, Japanese kelp, sea mustard and hijiki produced in different regions of Korea. Moisture contents were ranged from 85.34 g/100 g to 92.68 g/100 g and crude protein contents were ranged from 0.05 g/100 g to 0.45 g/100 g. Crude lipid contents were ranged from 1.20 g/100 g to 5.14 g/100 g.

As a result of investigation of fatty acid composition of laver, Japanese kelp, sea mustard and hijiki by production area, the content of saturated fatty acids was mainly palmitic acid (C16:0) and that of

monounsaturated fatty acids was oleic acid (C18:1). In polyunsaturated fatty acids, linoleic acid (C18:2), arachidonic acid (C20:4) and eicosapentaenoic acid (C20:5) were the major components of laver, and brown algae like Japanese kelp, sea mustard, hijiki were mainly composed of stearidonic acid (C18:4), arachidonic acid (C20:4), and eicosapentaenoic acid (C20:5).

Total amino acids were analyzed for 17 amino acids except tryptophan. Among the amino acids, leucine, aspartic acid, glutamic acid and alanine appeared high contents in the analyzed samples. Among them, the content of glutamic acid was the highest. The contents of total amino acids produced in different regions of Korea were laver 24.66-25.71 g/100 g, Japanese kelp 9.63-11.16 g/100 g, sea mustard 12.36-17.96 g/100 g and hijiki 9.93-10.21 g/100 g. The total amino acid content of laver was highest and the amino acid content of each sample produced in different regions of Korea was not different.

As a result of mineral contents in four Korean seaweeds produced in different regions, macro minerals content was highest in K (462.82-2,066.65 mg/100 g), followed by Na (123.61-360.76 mg/100 g), Ca (18.00-131.29 mg/100 g), Mg (28.10-61.43 mg/100 g) and P (28.10-61.43 mg/100 g). The contents of micro mineral per 100 g were the highest in I (0.23-94.82 mg), followed by Fe (0.46-3.59 mg), Zn (0.14-0.93 mg) and Cu (0.00-0.07 mg), and Se and Mo were detected in trace amounts.

In order to evaluate nutritional assessment of mineral intake of laver, Japanese kelp, sea mustard and hijiki, the maximum and minimum mineral intakes were calculated and nutrient uptake ratios were calculated in comparison with the Korean nutritional intake

standard.

Nutrient uptake proportion of mineral intakes was (in descending order): K (157.29±222.74%), Na (75.06±85.83%), Mg (62.19±71.54%), Ca (39.43±47.81%), P (26.11±28.51%), I (141,284.39±348,022.06%), Fe (69.48±98.09%), Zn (14.95±20.85%), Cu (6.58±7.54%). Japanese kelp showed high nutrient uptake rate in most minerals.

To consume mineral usefully, it was judged that healthy diet based on the recommend and adequate nutrient intake should be maintain. Also, through this study, it was expected to utilize as base data in order to secure a nutritional excellence and to establish a standard of intake laver, Japanese kelp, sea mustard and hijiki of Korea.



## 서 론

해조류는 바다에서 서식하고 있는 수산물로, 전 세계적으로 약 6,000종, 식용으로는 150여종이 발견되고 있다(Devi et al., 2011). 이 중 한국에서는 약 500종이 발견되고, 식용으로는 50여종이 이용될 만큼 많은 종과 자원량이 파악되고 있어, 향후 육상생물자원 대체 식량자원으로 주목받고 있다(Kim et al., 2013).

삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 해조류를 식용과 가축사료 및 퇴비에 이르기까지 다양하게 활용해왔다. 특히 김의 경우 15~17세기부터 양식을 시작으로 60년대부터는 집약적인 생산체제로 발전했으며 현재는 세계 3대 양식 국으로 위상을 높이고 있다. 해조류의 생산량이 많은 국가들로는 필리핀, 일본, 한국, 북한 등으로 우리나라가 중국, 필리핀, 일본에 이어 세계 4위라는 것을 알 수 있다. 해조류 생산량은 1980년도 이후로 품종이 다양화되기 시작하여 2014년도의 해조류 생산량 1,096천톤 중 김이 397천톤(36.2%)으로 가장 많고, 다음으로는 다시마 372천톤(33.9%), 미역 287천톤(26.1%), 툇 18천톤(1.6%)으로 이 4가지가 해조류 주 소득원이다(MOF, 2015).

미역과 김, 다시마는 알긴산, 푸코이단과 같은 생리활성물질을 다량 함유하고 있으므로 혈중 콜레스테롤 저하 활성화(Lee et al., 2010), 비만 억제, 항고혈압 작용(Kim et al., 2005), 식이섬유의 중금속 배출 기능 및 식미개선제로써의 역할을 한다(Pyo et al., 2010), (Choi et al., 2008). 툇은 독특한 맛과 함께 식이섬유소 함량이 풍부하여 당뇨병, 고혈압 예방, 대장암 및 변비 등에 효과가 좋으며 요오드 함량이 많아 갑상선 암 및 각기병 예방에 효과가 있다고 알려져 있다. 최근 성인의 갑상선 관련 질환 증가와 일본 후쿠시마원자력발전소의 폭발로 인한 요오드 필요성이 부각되면서 영양성분 등 관련 식품학적 연구들이 필요한 상황이다(Bae, 2006).

해조류는 단백질, 당질 및 미네랄 등의 다양한 영양성분이 많은 것으로 알려져 있다. 이 중 미네랄, 비타민 등의 미량성분은 인체 내에서 여러 기능을 가지고 중요한 역할을 한다. 미네랄에는 인체 필요량을 기준으로 하루 100 mg 이상이 필요한 다량미네랄과 그 이하를 필요로 하는 미량미네랄이 있다. 다량미네랄에는 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 인 등이 있고 미량미네랄은 철, 구리, 아연, 망간, 요오드 등이 있다.

한국인영양섭취기준(2014)에 의하면 19세 이상 성인 남성의 1일 미네랄 권장섭취량으로 다량미네랄의 경우 칼슘 800 mg, 인 700 mg, 나트륨 1,500 mg(충분섭취량 : 평균필요량에 표준편차의 2배를 더한 값; 평균필요량 : 대상 집단을 구성하는 사람들의 절반에 해당하는 사람들의 일일 필요량을 충족시키는 값), 칼륨 3,500 mg(충분섭취량), 마그네슘 350 mg, 설정하였고, 미량미네랄은 철 10 mg, 아연 10 mg, 구리 800 µg, 망간 4 mg(충분섭취량), 요오드 150 µg, 셀레늄 60 µg, 몰리브덴 30 µg으로 설정하였다. 19세 이상 성인 여성의 1일 미네랄 권장섭취량으로는 칼슘 700 mg, 마그네슘 280 mg, 철 14 mg, 아연 8 mg, 몰리브덴 25µg 으로 그 외에 미네랄은 성인 남성의 권장섭취량 및 충분섭취량과 동일하였다.

과거에는 미네랄 섭취와 관련된 연구 방향이 체내 작용 및 필요량을 규명하고자 하는 기초대사연구에만 한정되었으나, 점차 식품 섭취에 따른 미네랄의 적정 섭취수준 평가 및 건강 증진과 관련된 미네랄의 기능성 평가를 강조하는 방향으로 전환되면서 미네랄이 식품에서 차지하는 의미는 더욱 확대되어지고 있다. 그리하여 최근에는 김, 다시마, 미역, 툇의 영양성분에 관한 연구로 원산지별 김의 일반성분 및 미네랄, 아미노산 함량 비교에 관한 연구(Jung et al., 2016), 한국 연안산 방사무늬김(*Porphyra vezoensis*)의 일반성분 및 미네랄 함량에 관한 연구(Mok et al., 2011), 기장산과 완도산 건 다시마의 무기성분 및 생리활성 분석(Choi et al., 2008), 데침시간에 따른 툇의 주요성분 및 항산화 활성의 변화에 관한 연구(Kim et al., 2004) 등이 있으나 소비자들이 섭취하는 김, 다시마, 미역, 툇을 포함하여 해조류에 관한 영양학적 우수성과 정확

한 섭취기준을 뒷받침 할 수 있는 연구가 부족한 실정이다. 또한 한국 수산물 성분표(NFRDI, 2009)의 경우에도 미네랄 중 일부 칼슘, 인, 철에 대한 정보만 제공되고 있다.

이에 본 연구에서는 해조류 중 생산량이 높아 주 소득원과 밀접한 관련이 있는 김, 다시마, 미역, 툇을 생산지역에 따라 구분하여 일반성분, 지방산 조성, 총 아미노산 그리고 미네랄 함량을 측정하여 영양학적 성분을 조사하였고 객관적 평가를 위해서 한국인영양섭취기준과 비교하여 김, 다시마, 미역, 툇의 섭취에 대한 영양평가를 실시함으로써 앞으로의 해조류 성분함량 연구를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.



# 재료 및 방법

## 1. 실험재료

### 1. 1. 국내 주요 소비 해조류

해조류 시료는 생산량과 소비량을 고려하여 김(*Laver*, *Porphyra tenera*), 다시마(Japanese kelp, *Saccharina japonica*), 미역(Sea mustard, *Porphyra tenera*) 그리고 툇(*Hijiki*, *Sargassum fusiforme*)을 선정하였고, 이를 생산지역에 따라 채취하여 실험실로 운반하여 수돗수로 세척한 후 물기를 제거하고 시료로 사용하였다. 김은 부산광역시 사하구 낙동강 하구와 완도지역에서 시료를 채취하였다. 다시마와 미역은 부산광역시 기장군과 완도군에서 시료를 채취하였으며, 툇은 완도군, 고흥군, 진도군에서 채취한 시료를 사용하였다.

## 2. 실험방법

### 2. 1. 일반성분 함량 측정

AOAC (1995)방법에 따라 수분은 상압가열 건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다.

### 2. 2. 지방산 조성비 측정

시료의 근육을 세절한 다음 Bligh and Dyer (1959)의 방법에 의하여 시료의 5배량의 chloroform : methanol (2:1 v/v)용액으로 지질을 추출한 후, 14% BF<sub>3</sub>-methanol을 이용하여 지방산의 methyl ester (FAME)하여, gas chromatography (GC; Shimazu GC 2010 Plus, Shimazu, Tokyo, Japan)로써 분석하였다. 지방산의 동정은 표준지방산 methyly

ester의 retention time과 비교하였으며 또한 FAME 내의 DHA 및 EPA 함량은 내부표준물질인 C23:0 (1 mg/mL)의 피크면적과 비교하여 정량하였다.

## 2. 3. 총 아미노산 함량 측정

총 아미노산은 시료 200 mg을 6 N-HCl로 110°C의 dry oven에서 24시간 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조 시킨 후, pH 2.2의 구연산 완충액으로 50 mL로 정용하여 0.20 µm membrane filter로 여과하여 아미노산 분석용 시료로 사용하였다(White et al., 1986). 함황아미노산(시스테인 및 메티오닌)은 시료에 30% 과산화수소와 83% 개미산(1:9, v/v)을 혼합하여 만든 과개미산 용액 25 mL를 가하여 0°C이하에서 16시간 방치한 후 47% 취화수소산 용액 3.75 mL를 가하여 미반응의 개미산을 분해한 후 농축건조하고, 6 N-HCl을 이용하여 총아미노산 전처리와 동일한 방법으로 전처리하였다. 총 아미노산 및 필수아미노산의 함량은 아미노산 분석기(Sykam DE/S-433D, Sykam, Germany)로 분석하였다.

## 2. 4. 미네랄 함량 측정

### 2. 4. 1. 전처리방법 - 습식분해법

동결 건조한 시료 1 g을 코니컬비커에 정밀히 칭량한 후 질산(Nitric Acid 65%, Suprapur, Merck Co.) 10 mL를 가하여 180분 이상 반응시킨 후 80°C에서 400분간 가열분해하였다. 가열분해한 시험용액의 질산을 완전히 휘발시키고 상온에서 방랭 후 질산 10 mL를 다시 가하여 위와 같은 조건으로 한 번 더 가열분해한 뒤 질산을 휘발시켰다. 잔류물을 2% 질산으로 충분히 재용해하여 여과지(ADVANTEC No.5C)로 여과한 다음 2% 질산을 이용하여 100 mL로 정용하여 분석하였다. 미네랄 함량은 원물기준으로 환산하여 나타내었다(MFDS, 2015).

#### 2. 4. 2. 요오드 분석법

동결 건조한 시료 3 g을 정밀히 계량하여 초순수 10 mL에 녹인 후 3% 아세트산 2 mL를 가하여 잘 혼합하여 30 mL가 되도록 정용한다. 이 용액을 10분간 잘 혼합한 후 다시 10분간 초음파처리를 하여 잘 용해한다. 그 후 여과지(No.541, Whatman, UK)로 여과한 추출용액 20 mL당 0.1 N NaOH 5 mL를 혼합하여 산성화된 추출용액을 pH 7.0으로 보정하였다. 요오드표준물질(AccuIon Reference Standard Iodide, AccuStandard, U.S.A)을 0.01-100 mg/mL 농도로 제조한 용액과 보정된 추출용액을 이온선택성 전극(ion selectivity electrode, ISE, Thermo Scientific, U.S.A)을 이용하여 측정한다. 표준용액 측정값으로 산출된 검량선을 이용하여 시료의 요오드 양을 환산하여 나타내었다(Ko, 2008).

#### 2. 4. 3. 기기분석 및 측정

유도결합플라즈마 분광분석기(ICP-Inductively Coupled Plasma)로 분석하였으며 기기분석 조건은 Table 1와 같다.

#### 2. 4. 4. 회수율 측정

표준인증물질 SRM (Standard Reference Material) 1947, 1849a 및 1546a 그리고 ERM (European Reference Materials) BB384를 사용하여 미네랄 분석 결과에 대한 자체 검증 및 보증하였다(Table 2).

#### 2. 5. 통계처리

실험에서 얻은 데이터는 SAS 9.3(kor)을 사용하여 통계처리 하였으며, 각 시료에 대하여 평균±편차로 나타내었다. 각 시료 군에 따른 유의차 검정은 ANOVA test를 이용하여 분산 분석한 후  $P < 0.05$  수준에서 다중범위검증(Duncan's multiple range test)를 실시하였다.

**Table 1. ICP conditions for mineral content determination**

<b>ICP (Inductively Coupled Plasma)</b>		
Instrument	Perkin Elmer OPTIMA 3300XL	
RF power(W)	1200	
Pump(mL/min)	1.50	
Gas flow (L/min)	Plasma	15
	Auxiliary	0.5
	Nebulizer	0.7

**Table 2. Recovery ratio of mineral contents from SRM and ERM**

<b>Mineral</b>	<b>Recovery ratio (%)</b>	
	<b>Nitric acid Wet digestion</b>	<b>Reference</b>
<b>Ca</b>	101.04	ERM BB184
<b>P</b>	98.34	ERM BB184
<b>Na</b>	98.99	SRM 1546a
<b>K</b>	96.33	SRM 1849a
<b>Mg</b>	92.49	SRM 1546a
<b>Fe</b>	91.89	SRM 1546a
<b>Zn</b>	98.99	SRM 1546a
<b>Cu</b>	113.25	SRM 1546a
<b>I</b>	75.69	SRM 1849a
<b>Se</b>	101.50	SRM 1947
<b>Mo</b>	59.75	SRM 1849a

### 3. 미네랄 섭취량에 따른 영양평가

2014년도 국민건강영양조사 원시자료를 이용하여 김, 다시마, 미역, 툇의 1일 식품섭취량 중 최솟값과 최댓값을 구하였다. 각각의 1일 식품섭취량은 김 0.01-163 g, 다시마 0.001-1,667 g, 미역 0.01-392 g, 툇 0.06-49 g 이었다. 지역에 따른 김, 다시마, 미역, 툇의 미네랄 함량에 대해 각각의 섭취량을 계산한 뒤 2015년도 개정된 한국인영양섭취기준(KNS, 2015)과 비교하여 영양섭취비율을 나타내었다. 영양섭취기준은 19세 이상 성인 남성을 기준으로 가장 높은 값으로 하였으며 칼슘, 인, 마그네슘, 철, 아연, 구리, 요오드는 권장섭취량(Recommended Nutrient Intake: RNI)과 나트륨, 칼륨, 망간은 충분섭취량(Adequate Intake: AI)과 비교하여 백분율을 계산하였다.



# 결과 및 고찰

## 1. 생산지역에 따른 해조류의 영양성분 분석

### 1. 1. 일반성분 함량

#### 1. 1. 1. 김

국내산 김을 생산지역에 따라 구분하고 그에 대한 일반성분 함량 결과를 Table 3에 나타내었다. 완도 김의 수분 함량은  $86.88 \pm 0.18$  g/100 g, 부산 김의 수분 함량은  $91.98 \pm 0.41$  g/100 g이었고, 조단백 함량은 완도  $1.20 \pm 0.03$  g/100 g, 부산  $3.31 \pm 0.07$  g/100 g으로 부산 김의 수분 및 단백질 함량이 완도 김의 함량보다 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 조지방 함량은 완도  $0.45 \pm 0.44$  g/100 g, 부산  $0.24 \pm 0.07$  g/100 g으로 유의적인 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 회분 함량은 완도  $2.62 \pm 0.05$  g/100 g, 부산  $0.91 \pm 0.10$  g/100 g으로 완도 김의 회분 함량이 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $P < 0.05$ ). 김의 평균 수분 함량은  $89.43 \pm 0.30$  g/100 g, 조단백  $2.26 \pm 0.05$  g/100 g, 조지방  $0.35 \pm 0.26$  g/100 g, 회분  $1.77 \pm 0.08$  g/100 g으로 NFRDI(2009)의 한국 수산물성분표에서 김의 일반성분 함량을 비교했을 때, 수분 함량은 90.5 g/100 g, 단백질 3.3 g/100 g, 지방 0.4 g/100 g, 회분 3.8 g/100 g으로 보고되어 유사한 결과를 나타내고 있으나 회분의 경우 본 실험과 비교했을 때 높은 함량을 나타내었다. 또한 Mok 등(2011)은 생김 30개 시료의 평균 일반성분 함량을 조사한 결과, 수분  $89.9 \pm 1.4$  g/100 g, 단백질  $3.7 \pm 1.0$  g/100 g, 지방  $0.5 \pm 0.2$  g/100 g, 회분  $3.9 \pm 0.6$  g/100 g으로 NFRDI(2009)의 한국 수산물성분표와 유사한 경향을 나타내었다. Lee 등(1987)은 김의 품질등급이 높을수록 조단백 함량은 높은 것에 비하여 탄수화물이 적게 함유되어 있는 것으로 보고하였으며, 부산 김이 완도 김보다 조단백 함량이 높게 나타나 본 실험의 결과와 유사하였다.

### 1. 1. 2. 다시마

생산지역에 따라 채취한 다시마의 일반성분 함량 결과를 Table 4에 나타내었다. 완도 다시마의 수분 함량은  $92.91 \pm 0.10$  g/100 g, 부산 다시마의 수분 함량은  $92.68 \pm 0.24$  g/100 g이고, 조단백 함량은 완도  $5.14 \pm 0.09$  g/100 g, 부산  $1.04 \pm 0.03$  g/100 g으로 완도 다시마의 단백질 함량이 부산 다시마의 단백질 함량보다 작게 나타났다( $P < 0.05$ ). 조지방 함량은 완도  $0.05 \pm 0.05$  g/100 g, 부산  $0.16 \pm 0.02$  g/100 g으로 유의적인 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 완도  $2.81 \pm 0.13$  g/100 g, 부산  $3.50 \pm 0.08$  g/100 g으로 부산 다시마의 회분 함량이 완도 다시마에 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 다시마의 평균 수분 함량은  $92.80 \pm 0.17$  g/100 g, 조단백  $3.09 \pm 0.06$  g/100 g, 조지방  $0.11 \pm 0.04$  g/100 g, 회분  $3.16 \pm 0.11$  g/100 g이었다. NFRDI (2009)의 한국 수산물성분표에서 다시마의 일반성분 함량을 조사한 결과, 수분 91.0 g/100 g, 조단백 1.1 g/100 g, 조지방 0.2 g/100 g, 회분 3.5 g/100 g으로 조단백의 경우 본 실험에서 보다 높은 함량을 나타내었다. Choi 등(2008)은 기장산과 완도산 시판 건다시마의 일반성분 함량을 분석하여, 완도산 다시마의 평균 일반성분 함량은 수분 10.21 g/100 g, 조단백  $7.25 \pm 1.16$  g/100 g, 조지방  $0.53 \pm 0.10$  g/100 g, 회분  $21.10 \pm 2.70$  g/100 g이었고, 기장산 다시마의 평균 일반성분 함량은 수분  $8.87 \pm 4.49$  g/100 g, 조단백  $8.41 \pm 0.56$  g/100 g, 조지방  $0.55 \pm 0.06$  g/100 g, 회분  $23.56 \pm 3.52$  g/100 g이었다. 이를 NFRDI 한국 수산물성분표(2009)의 생 다시마 일반성분 함량을 기준으로 환산하였을 때, 완도 다시마의 일반성분 함량은 수분 91.73 g/100 g, 조단백 1.01 g/100 g, 조지방 0.18 g/100 g, 회분 3.22 g/100 g이었고, 부산 다시마의 경우 수분 91.83 g/100 g, 조단백 1.00 g/100 g, 조지방 0.18 g/100 g, 회분 3.17 g/100 g이었다. 본 실험의 결과와 비교했을 때 완도 다시마의 함량에서 차이가 있으나, 지역에 따른 일반성분의 차이는 없으며 전체적으로 비슷한 경향을 나타내었다.

### 1. 1. 3. 미역

완도 및 부산 기장 지역에서 채취한 미역의 일반성분 함량 결과는 Table 5와 같다. 수분 함량은 완도  $90.73 \pm 0.39$  g/100 g, 부산  $91.16 \pm 0.13$  g/100 g이고, 조단백 함량은 완도  $1.74 \pm 0.08$  g/100 g, 부산  $1.68 \pm 0.01$  g/100 g으로 큰 차이가 없었다. 생산지역별 미역의 조지방 함량은 완도  $0.11 \pm 0.03$  g/100 g, 부산  $0.29 \pm 0.02$  g/100 g으로 부산 미역의 조지방 함량이 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $P < 0.05$ ). 회분 함량은 완도  $3.45 \pm 0.12$  g/100 g, 부산  $3.13 \pm 0.06$  g/100 g으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $P > 0.05$ ). 결과적으로 생산지역에 따른 미역의 일반성분 함량은 큰 차이가 없는 것으로 확인되어 진다. Choi 등(2008)의 시판 미역의 영양성분 및 생리활성 분석에 대한 결과를 본 실험결과와 비교했을 때, 수분 87.87 g/100 g, 조단백 2.27 g/100 g, 조지방 0.22 g/100 g, 회분 4.22 g/100 g으로 조단백의 함량은 본 실험보다 높은 함량을 나타내지만, 그 외 성분들은 비슷한 함량을 나타내었다. 또한, Kim (2006)의 국내 산 미역의 일반 성분 함량 결과와 비교하였을 때 본 실험의 결과와 유사하였다.

#### 1. 1. 4. 톳

전라남도 완도, 고흥, 진도에서 채취한 톳의 일반성분 함량 결과는 Table 6에 나타내었다. 수분 함량은 완도  $88.12 \pm 0.30$  g/100 g, 고흥  $85.34 \pm 0.38$  g/100 g, 진도  $89.01 \pm 0.05$  g/100 g으로 진도 톳의 수분함량이 가장 높았다. 조단백 함량은 완도  $1.49 \pm 0.07$  g/100 g, 고흥  $1.93 \pm 0.06$  g/100 g, 진도  $1.29 \pm 0.10$  g/100 g으로 유의적인 차이가 있으며 고흥 톳의 조단백 함량이 가장 높았다( $P < 0.05$ ). 조지방 함량은 완도  $0.22 \pm 0.03$  g/100 g, 고흥  $0.18 \pm 0.03$  g/100 g, 진도  $0.25 \pm 0.06$  g/100 g으로 유의적인 차이를 나타내지 않았고( $P > 0.05$ ), 회분 함량은 완도  $5.52 \pm 0.07$  g/100 g, 고흥  $6.32 \pm 0.20$  g/100 g, 진도  $4.60 \pm 0.22$  g/100 g이었다. 본 연구의 결과는 Kim 등(2013)이 보고한 톳의 일반성분 결과, 수분(85.27 g/100 g), 조단백(2.26 g/100 g), 조지방(0.48 g/100 g), 회분(5.46 g/100 g)과 비교했을 때, 수분은 본 연구와 유사한 결과를 보였고, 조단백, 조지방은 전체적으로 높은 함량을 나타내나, 회분의 경우 유사한 결과를 나타냈다.

**Table 3. Proximate composition content of laver (*Porphyra tenera*) produced in different regions of Korea**

Area	Proximate composition (g/100 g)			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Wando	86.88±0.18 <sup>1)b</sup>	1.20±0.03 <sup>b</sup>	0.45±0.44	2.62±0.05 <sup>a</sup>
Busan	91.98±0.41 <sup>a2)</sup>	3.31±0.07 <sup>a</sup>	0.24±0.07	0.91±0.10 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

**Table 4. Proximate composition content of Japanese kelp (*Saccharina japonica*) produced in different regions of Korea**

Area	Proximate composition (g/100 g)			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Wando	92.91±0.10 <sup>1)</sup>	5.14±0.09 <sup>a2)</sup>	0.05±0.05	2.81±0.13 <sup>b</sup>
Busan	92.68±0.24	1.04±0.03 <sup>b</sup>	0.16±0.02	3.50±0.08 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

**Table 5. Proximate composition content of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) produced in different regions of Korea**

Area	Proximate composition (g/100 g)			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Wando	90.73±0.39 <sup>1)</sup>	1.74±0.08	0.11±0.03 <sup>b2)</sup>	3.45±0.12
Busan	91.16±0.13	1.68±0.02	0.29±0.02 <sup>a</sup>	3.13±0.06

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

**Table 6. Proximate composition content of hijiki (*Sargassum fusiforme*) produced in different regions of Korea**

Area	Proximate composition (g/100 g)			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Wando	88.12±0.30 <sup>1)a</sup>	1.49±0.07 <sup>ab</sup>	0.22±0.03	5.52±0.07 <sup>ab</sup>
Goheung	85.34±0.38 <sup>b2)</sup>	1.93±0.06 <sup>a</sup>	0.18±0.03	6.32±0.20 <sup>a</sup>
Jindo	89.01±0.05 <sup>a</sup>	1.29±0.10 <sup>b</sup>	0.25±0.06	4.60±0.22 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

## 1. 2. 지방산 조성비

김, 다시마, 미역 그리고 툇에서 추출한 지방의 지방산조성은 Table 7-10과 같다. 포화지방산에서의 조성은 대부분 palmitic acid (C16:0)가 주요 성분이었으며 단일불포화지방산에서는 oleic acid (C18:1)이었다. 고도불포화지방산에서는 홍조류인 김의 경우 linoleic acid (C18:2), arachidonic acid (C20:4) 그리고 eicosapentaenoic acid (C20:5)가 주요 성분이었고, 갈조류인 다시마, 미역, 툇은 stearidonic acid (C18:4), arachidonic acid (C20:4) 그리고 eicosapentaenoic acid (C20:5)가 종류별에 따른 차이는 있었으나 주성분을 차지했다. 이는 Choe 등(2002)의 연구와 비교했을 때, 갈조류의 지방산 분석결과 중 n-3 polyenes의 함량은 linoleic acid (C18:3), eicosapentaenoic acid (C20:5), stearidonic acid (C18:4)가 주요 성분을 차지하였고, n-6 polyenes는 linoleic acid (C18:2) 및 arachidonic acid (C20:4)가 주요 지방산으로 정량되었다. 홍조류의 지방산 조성은 n-3 polyenes의 함량은 eicosapentaenoic acid (C20:5), docosahexaenoic acid (C22:6)이 주성분이었고, n-6 polyenes는 arachidonic acid (C20:4), linoleic acid (C18:2)가 주요 지방산으로 본 실험의 고도불포화지방산 구성과 유사한 결과를 나타내었다.

생산지역에 따른 김, 다시마, 미역, 툇 각각의 지방산 조성을 비교했을 때, 김의 지방산 구성은 고도불포화지방산, 포화지방산, 단일불포화지방산 순이었으며 생산지역에 따른 차이는 없었다. 지방산 중 eicosapentaenoic acid (C20:5)의 함량(완도 53.91%, 부산 53.65%)이 가장 높은 구성을 차지했다. Park 등(2000)의 김의 영양 및 기능성 성분에 대한 연구 중 마른 김에 들어있는 지질은 전체의 약 2%로 함량은 적으나, 고도불포화지방산 중 EPA가 지질 전체의 약 50%가 함유되어 있어 본 결과와 유사함을 확인하였고, EPA의 경우 혈소판의 응집을 억제하고 중성 지방 수준을 낮춤으로써 관상동맥 및 심혈관계 질환 위험을 감소시키는 기능이 있으므로 적극적으로 섭취할 것을 권장한다(Choi, 2010).

완도 및 부산 다시마는 myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0),

oleic acid (C18:0), stearidonic acid (C18:4) 그리고 arachidonic acid (C20:4)가 주요 구성 지방산이었고, 완도 다시마의 경우 palmitic acid (C16:0, 19.63%), 부산 다시마의 경우 stearidonic acid (C18:4, 17.23%)가 가장 높은 함량을 나타내었다. 고도불포화지방산, 포화지방산, 단일불포화지방산 순으로 구성되었으며, 생산지역에 따른 지방산 조성은 유사한 결과를 보였다. Zheng (2012)의 양식산 완도산 및 기장산 다시마의 주요 지방산 구성은 palmitic acid (C16:0), oleic acid (C18:1), arachidonic acid (C20:4), lignoceric acid (C24:0)으로 거의 일치하는 결과를 보였다.

완도 및 부산 미역의 총지방산 조성은 각각 포화지방산 29.26%와 22.17%, 단일불포화지방산 11.96%와 11.07%, 고도불포화지방산이 58.78%와 66.76%로 고도불포화지방산의 함량이 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며, 각 지방산 조성은 생산지역에 따라 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. n-3계열의 지방산은 총 지방산 조성 중 각각 34.74%, 39.29%를 차지하고 있었으며, 그 중 stearidonic acid (C18:4)가 15.69%, 18.73%로 높은 함량을 나타내었다. Hong 등(1991)의 미역과 파래의 지방산 조성에 관한 연구에서 미역의 총 지방산 조성은 포화지방산 28.5%, 단일불포화지방산 9.8%, 고도불포화지방산 61.7%로 본 실험의 결과와 유사한 조성을 나타내었다.

툫의 경우 갈조류인 다시마 및 미역의 총 지방산 조성과 유사한 비율로 고도불포화지방산, 포화지방산, 단일불포화지방산 순으로 비중을 차지하였으나 생산지역에 따른 차이는 나타나지 않았다. 본 실험에서 툫의 주요 구성 지방산은 palmitic acid (C16:0), arachidonic acid (C20:4), eicosapentaenoic acid (C20:5)으로 나타났다. Choe 등(2002)의 갈조류 중 툫의 지방산 조성과 비교하였을 때, 주요 구성 지방산은 palmitic acid (C16:0, 57.69%)으로 총 지방산 조성의 약 50% 이상을 차지하는데, 이는 계절적 및 개체 크기의 차이로 인한 것이라고 사료된다.

Table 7. Fatty acid composition of laver (*Porphyra tenera*)  
produced in different regions of Korea

Fatty acid composition		
	Wando	Busan
C12:0	0.02	0.03
C13:0	0.02	ND
C14:0	0.87	0.53
C15:0	0.28	0.16
Pristanic	ND	ND
C16:0	22.54	23.1
Pytanic	0.01	ND
C17:0	1.87	1.34
C18:0	1.17	0.85
C20:0	0.01	ND
C22:0	ND	ND
C24:0	ND	ND
<b>ΣSaturates</b>	<b>26.80</b>	<b>26.00</b>
C14:1	0.36	0.24
C16:1	0.61	0.29
C17:1	0.01	ND
C18:1	3.17	2.49
C20:1	3.37	3.04
C22:1	0.48	0.52
<b>ΣMonoenes</b>	<b>8.01</b>	<b>6.58</b>
C16:2	0.01	ND
C16:3	0.27	0.12
C17:2	0.31	0.24
C16:4	0.11	ND
C18:2	2.03	1.86
C18:3	0.63	0.83
C18:4	0.23	0.08
C20:2 NMID	ND	ND
C20:2	0.85	0.74
C20:3	2.21	2.52
C20:4	4.41	7.20
C20:5(EPA)	53.91	53.65
C22:2	ND	ND
C21:5	ND	ND
C22:4	0.09	ND
C22:5	ND	ND
C22:6(DHA)	0.13	0.18
<b>ΣPolyenes</b>	<b>65.19</b>	<b>67.42</b>
n-3	55.76	54.95
n-6	8.98	12.23
n-3/n-6	6.21	4.49
UFA/SFA	2.73	2.85
MUFA/SFA	0.30	0.25
PUFA/SFA	2.43	2.59
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Table 8. Fatty acid composition of Japanese kelp (*Saccharina japonica*) produced in different regions of Korea

Fatty acid composition		
	Wando	Busan
C12:0	0.04	0.02
C13:0	0.04	0.06
C14:0	11.16	7.33
C15:0	0.61	0.50
Pristanic	0.03	0.09
C16:0	19.63	15.39
Pytanic	0.06	0.08
C17:0	2.11	1.53
C18:0	0.90	0.54
C20:0	0.19	0.20
C22:0	0.04	ND
C24:0	ND	ND
<b>ΣSaturates</b>	<b>34.82</b>	<b>25.74</b>
C14:1	0.46	0.03
C16:1	2.82	2.93
C17:1	0.53	0.86
C18:1	16.21	12.38
C20:1	0.05	0.08
C22:1	0.26	0.08
<b>ΣMonoenes</b>	<b>20.31</b>	<b>16.37</b>
C16:2	0.31	0.44
C16:3	0.14	0.19
C17:2	0.50	0.58
C16:4	0.12	0.19
C18:2	5.13	5.04
C18:3	7.01	9.50
C18:4	11.83	17.23
C20:2 NMID	ND	ND
C20:2	0.06	0.08
C20:3	0.81	0.62
C20:4	10.92	12.67
C20:5(EPA)	7.76	11.25
C22:2	ND	ND
C21:5	ND	ND
C22:4	ND	ND
C22:5	ND	ND
C22:6(DHA)	0.29	0.11
<b>ΣPolyenes</b>	<b>44.87</b>	<b>57.89</b>
n-3	26.53	36.90
n-6	17.43	19.86
n-3/n-6	2.52	1.86
UFA/SFA	1.87	2.89
MUFA/SFA	0.58	0.64
PUFA/SFA	1.29	2.25
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Table 9. Fatty acid composition of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) produced in different regions of Korea

Fatty acid composition		
	Wando	Busan
C12:0	0.03	0.01
C13:0	0.06	0.09
C14:0	3.49	2.72
C15:0	0.62	0.32
Pristanic	ND	ND
C16:0	20.66	15.89
Pytanic	0.07	0.07
C17:0	1.63	1.04
C18:0	1.89	1.43
C20:0	0.69	0.56
C22:0	0.06	ND
C24:0	0.04	0.04
<b>ΣSaturates</b>	<b>29.26</b>	<b>22.17</b>
C14:1	0.72	0.35
C16:1	1.56	0.98
C17:1	0.67	0.98
C18:1	8.91	8.68
C20:1	ND	0.07
C22:1	0.09	ND
<b>ΣMonoenes</b>	<b>11.96</b>	<b>11.07</b>
C16:2	0.15	0.25
C16:3	0.13	0.10
C17:2	0.74	0.46
C16:4	0.14	0.15
C18:2	6.23	5.90
C18:3	8.57	9.25
C18:4	15.69	18.73
C20:2 NMID	ND	ND
C20:2	0.09	0.08
C20:3	0.98	0.96
C20:4	15.34	18.89
C20:5(EPA)	10.64	11.58
C22:2	ND	ND
C21:5	ND	ND
C22:4	ND	ND
C22:5	ND	ND
C22:6(DHA)	0.06	0.41
<b>ΣPolyenes</b>	<b>58.78</b>	<b>66.76</b>
n-3	34.74	39.29
n-6	23.10	26.72
n-3/n-6	1.50	1.47
UFA/SFA	2.42	3.51
MUFA/SFA	0.41	0.50
PUFA/SFA	2.01	3.01
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Table 10. Fatty acid composition of hijiki (*Sargassum fusiforme*) produced in different regions of Korea

Fatty acid composition			
	Wando	Goheung	Jindo
C12:0	0.02	0.01	0.01
C13:0	0.06	0.07	0.06
C14:0	3.45	3.59	3.70
C15:0	0.32	0.35	0.35
Pristanic	ND	ND	ND
C16:0	20.03	21.22	19.89
Pytanic	0.07	0.07	0.06
C17:0	1.02	1.23	0.93
C18:0	0.64	0.56	0.51
C20:0	0.24	0.18	0.18
C22:0	0.57	0.33	0.31
C24:0	ND	ND	ND
<b>ΣSaturates</b>	<b>26.41</b>	<b>27.62</b>	<b>25.99</b>
C14:1	0.20	0.27	0.22
C16:1	2.23	2.30	2.06
C17:1	0.66	0.56	0.64
C18:1	4.73	4.80	4.99
C20:1	2.04	2.00	1.89
C22:1	2.81	3.15	2.79
<b>ΣMonoenes</b>	<b>12.68</b>	<b>13.10</b>	<b>12.58</b>
C16:2	0.45	0.43	0.51
C16:3	0.22	0.22	0.21
C17:2	0.45	0.58	0.49
C16:4	0.22	0.11	0.10
C18:2	3.92	3.53	3.55
C18:3	10.05	10.21	10.94
C18:4	10.71	10.75	11.84
C20:2 NMID	0.12	0.13	0.10
C20:2	0.20	0.17	0.17
C20:3	1.05	0.86	0.97
C20:4	17.52	17.48	17.56
C20:5(EPA)	15.71	14.32	14.77
C22:2	ND	ND	ND
C21:5	0.03	0.02	0.02
C22:4	0.01	0.03	0.02
C22:5	0.10	0.12	0.10
C22:6(DHA)	0.17	0.33	0.02
<b>ΣPolyenes</b>	<b>60.91</b>	<b>59.28</b>	<b>61.43</b>
n-3	37.90	36.98	38.90
n-6	21.85	21.01	21.29
n-3/n-6	1.73	1.76	1.83
UFA/SFA	2.78	2.62	2.85
MUFA/SFA	0.48	0.47	0.48
PUFA/SFA	2.31	2.15	2.36
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 1. 3. 총 아미노산 함량

생산지역에 따른 김, 다시마, 미역 그리고 툇의 구성아미노산 함량에 대한 결과를 Table 11-14에 나타내었다. 본 시료는 수분 함량이 높고, 조단백 함량이 1.04-5.14 g/100 g으로 전체적인 경향 분석에 한계가 있어, 생시료를 건조시키고, 건조된 시료에 대한 총아미노산 함량을 분석하였다. 총 아미노산은 tryptophan을 제외한 17개의 아미노산이 분석되었는데, HCl을 이용한 가수분해과정에서 tryptophan이 손상되었기 때문이다 (Limin et al, 2006). 김, 다시마, 미역, 툇의 아미노산 구성을 살펴보면 대체적으로 leucine, aspartic acid, glutamic acid, alanine의 함량이 많았으며, 그 중 glutamic acid의 함량이 가장 높았다.

생산지역별 김의 총 아미노산 함량은 완도 25.71 g/100 g, 부산 24.66 g/100 g으로 생산지역에 따른 차이는 나타내지 않았고, 김, 다시마, 미역, 툇 중에서 가장 높은 함량을 나타내었다. Seo 등(2007)의 김의 총 아미노산 함량은 19.27 g/100 g으로 본 실험의 구성 아미노산 결과에서 높은 함량을 나타내고 있으나, 각 구성 아미노산 함량의 비율은 유사한 경향을 보인다. Glutamic acid가 완도 2.94 g/100 g, 부산 2.86 g/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었다.

완도 및 부산 지역 다시마의 아미노산 함량을 비교하였을 때, 필수 아미노산 함량은 완도 4.61 g/100 g, 부산 4.03 g/100 g 이었고, 총 아미노산 함량은 완도 11.16 g/100 g, 부산 9.63 g/100 g으로 완도 지역 다시마의 아미노산 함량이 비교적 높게 나타났으나 생산 지역에 따른 함량 차이는 크지 않았다. Zheng (2012)의 계절에 따른 완도 및 부산 지역 다시마의 아미노산 함량을 본 논문의 결과와 비교했을 때, 완도 9.92 g/100 g, 부산 9.63 g/100 g으로 완도 다시마의 아미노산 함량은 본 실험의 결과와 비교하여 높은 함량을 나타내었으나, 이 점은 채취시기 및 개체 크기 등으로 인한 차이라고 판단되어 진다. 부산 다시마의 아미노산 함량은 동일한 결과 값을 나타내었다.

생산지역별 미역의 아미노산 함량을 Table 13에 나타내었다. 완도 미역

의 총 아미노산 함량은 17.96 g/100 g이었고, 부산 미역의 총 아미노산 함량은 12.36 g/100 g으로 완도 미역의 총 아미노산 함량이 높게 나타났다. 구성 아미노산 중 가장 높은 함량을 나타내는 성분은 glutamic acid로, 완도 2.12 g/100 g, 부산 1.68 g/100 g으로 완도 미역의 함량이 높게 나타났다. 완도 및 부산 미역의 필수 아미노산 함량은 완도 6.82 g/100 g, 부산 4.98 g/100 g으로 그 중 leucine의 함량이 완도 1.40 g/100 g, 부산 1.03 g/100 g으로 가장 많은 함량을 나타냈다. 다음으로는 threonine, valine, lysine, phenylalanine, isoleucine 순이었고, histidine과 methionine은 비슷한 함량을 나타내었다. 각 구성 아미노산의 함량을 생산지역에 따라 비교하였을 때, 전체적으로 완도 미역의 함량이 높게 나타나지만, 부산 미역 아미노산 함량과 큰 차이는 나타나지 않았다.

생산지역에 따른 톳의 총 아미노산 함량을 완도, 고흥 및 진도로 구분하여 Table 14에 나타내었다. 총 아미노산 함량은 완도 9.93 g/100 g, 고흥 10.07 g/100 g, 진도 10.21 g/100 g으로 본 실험에서 진행한 김, 다시마, 미역, 톳 4개의 시료 중 가장 낮은 함량을 나타내었으나 생산지역에 따른 함량 차이는 없었다.

Table 11. Total amino acid composition of laver (*Porphyra tenera*) produced in different regions of Korea

Total amino acid (g/100 g)		
	Wando	Busan
Histidine	0.58	0.48
Isoleucine	1.34	1.29
Leucine	2.08	2.01
Lysine	1.26	1.25
Methionine	0.45	0.53
Phenylalanine	1.32	1.28
Threonine	1.56	1.51
Valine	1.34	1.36
<b>ΣEssential amino acids</b>	9.92	9.72
Aspartic acid	2.40	2.40
Serine	1.29	1.24
Glutamic acid	2.94	2.86
Proline	1.47	1.49
Glycine	1.70	1.65
Alanine	2.36	2.23
Cystine	1.15	0.76
Tyrosine	0.73	0.71
Arginine	1.74	1.60
<b>ΣNonessential amino acids</b>	15.79	14.94
<b>Total AA</b>	25.71	24.66
<b>TEAA/TENN(%)</b>	0.63	0.65

Table 12. Total amino acid composition of Japanese kelp (*Saccharina japonica*) produced in different regions of Korea

Total amino acid (g/100 g)		
	Wando	Busan
Histidine	0.23	0.19
Isoleucine	0.56	0.53
Leucine	0.97	0.90
Lysine	0.67	0.58
Methionine	0.30	0.21
Phenylalanine	0.61	0.56
Threonine	0.59	0.42
Valine	0.68	0.63
<b>ΣEssential amino acids</b>	<b>4.61</b>	<b>4.03</b>
Aspartic acid	1.17	1.03
Serine	0.53	0.41
Glutamic acid	1.50	1.24
Proline	0.61	0.56
Glycine	0.70	0.62
Alanine	1.16	0.93
Cystine	0.05	0.11
Tyrosine	0.26	0.21
Arginine	0.57	0.49
<b>ΣNonessential amino acids</b>	<b>6.55</b>	<b>5.60</b>
<b>Total AA</b>	<b>11.16</b>	<b>9.63</b>
<b>TEAA/TENN(%)</b>	<b>0.70</b>	<b>0.72</b>

Table 13. Total amino acid composition of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) produced in different regions of Korea

Total amino acid (g/100 g)		
	Wando	Busan
Histidine	0.38	0.32
Isoleucine	0.88	0.61
Leucine	1.40	1.03
Lysine	0.90	0.71
Methionine	0.39	0.30
Phenylalanine	0.89	0.65
Threonine	1.03	0.61
Valine	0.94	0.74
<b>ΣEssential amino acids</b>	<b>6.82</b>	<b>4.98</b>
Aspartic acid	1.67	1.23
Serine	0.87	0.56
Glutamic acid	2.12	1.68
Proline	0.97	0.62
Glycine	1.17	0.80
Alanine	1.95	1.48
Cystine	0.72	0.10
Tyrosine	0.52	0.29
Arginine	1.15	0.62
<b>ΣNonessential amino acids</b>	<b>11.14</b>	<b>7.38</b>
<b>Total AA</b>	<b>17.96</b>	<b>12.36</b>
<b>TEAA/TENN(%)</b>	<b>0.61</b>	<b>0.67</b>

Table 14. Total amino acid composition of hijiki (*Sargassum fusiforme*) produced in different regions of Korea

	Total amino acid (g/100 g)		
	Wando	Goheung	Jindo
Histidine	0.22	0.24	0.26
Isoleucine	0.46	0.48	0.49
Leucine	0.74	0.76	0.79
Lysine	0.51	0.52	0.52
Methionine	0.23	0.24	0.24
Phenylalanine	0.48	0.49	0.49
Threonine	0.46	0.47	0.48
Valine	0.54	0.56	0.58
<b>ΣEssential amino acids</b>	<b>3.66</b>	<b>3.75</b>	<b>3.84</b>
Aspartic acid	1.29	1.29	1.30
Serine	0.42	0.43	0.44
Glutamic acid	1.95	1.93	1.91
Proline	0.41	0.42	0.43
Glycine	0.49	0.50	0.51
Alanine	0.97	0.99	1.01
Cystine	0.02	0.02	0.02
Tyrosine	0.27	0.28	0.29
Arginine	0.44	0.45	0.46
<b>ΣNonessential amino acids</b>	<b>6.27</b>	<b>6.32</b>	<b>6.37</b>
<b>Total AA</b>	<b>9.93</b>	<b>10.07</b>	<b>10.21</b>
<b>TEAA/TENN(%)</b>	<b>0.58</b>	<b>0.59</b>	<b>0.60</b>

#### 1. 4. 미네랄 함량

생산지역에 따른 국내산 김, 다시마, 미역, 툇의 미네랄 함량을 분석한 결과를 Table 15-18에 나타내었다. 다량 미네랄의 함량은 칼륨이 100 g 당 462.82-2,066.65 mg ( $1,984.49 \pm 588.01$  mg)으로 가장 많이 함유되어 있으며 다음으로 나트륨 123.61-360.76 mg ( $141.49 \pm 85.69$  mg), 칼슘 18.00-131.29 mg ( $102.62 \pm 33.50$  mg), 마그네슘 28.10-61.43 mg ( $56.35 \pm 14.39$  mg), 인 28.10-61.43 mg ( $38.01 \pm 11.46$  mg) 순이었다. 미량 미네랄의 함량은 요오드가 100 g당 0.23-94.82 mg ( $11.87 \pm 29.78$  mg)으로 가장 많은 함유량을 나타내었으며, 다음으로 철 0.46-3.59 mg ( $0.87 \pm 1.03$  mg), 아연 0.14-0.93 mg ( $0.60 \pm 0.26$  mg), 구리 0.00-0.07 mg ( $0.05 \pm 0.03$  mg) 이었고 셀레늄과 몰리브덴은 0.00-0.01 mg으로 거의 미량으로 검출되었다.

Ruperez (2002)의 연구에서 해조류의 다량 미네랄 함량은 100 g당 칼륨 3,184-11,579 mg ( $6,256.80 \pm 3,710.65$  mg), 나트륨 3,627-7,064 mg ( $4,849.60 \pm 1,430.22$  mg), 마그네슘 565-1,181 mg ( $826.20 \pm 254.51$  mg), 칼슘 390-1,005 mg ( $736.80 \pm 304.45$  mg), 철 3.29-10.3 mg ( $5.86 \pm 2.98$  mg), 아연 1.7-7.14 mg ( $3.31 \pm 2.29$  mg) 망간 0.5-5.5 mg ( $2.18 \pm 2.04$  mg) 그리고 구리(<0.5 mg) 순으로 본 실험의 결과와 비슷한 양상으로 나타났다.

##### 1. 4. 1. 김

국내에서 생산되는 완도 및 부산 김에 대한 미네랄 함량 결과를 Table 15에 나타내었고 100 g당 mg으로 표시하였다. 다량 미네랄의 경우 칼륨이 완도  $1,328.63 \pm 93.41$  mg, 부산  $462.82 \pm 11.00$  mg으로 미네랄 함량 중 가장 높은 값을 나타내었으나 생산 지역에 따른 유의적인 차이가 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 다음으로 나트륨이 완도  $332.51 \pm 22.86$  mg, 부산  $123.61 \pm 12.73$  mg 이었고, 칼슘은 완도  $72.83 \pm 5.78$  mg, 부산  $18.00 \pm 0.71$  mg으로 나트륨

과 칼슘은 완도 김이 부산 김과 비교하여 유의적으로 높은 함량이었다 ( $P < 0.05$ ). 그리고 마그네슘(완도  $63.34 \pm 10.24$  mg, 부산  $29.01 \pm 0.63$  mg)과 인(완도  $61.43 \pm 7.71$  mg, 부산  $35.02 \pm 0.49$  mg) 순이었다 ( $P > 0.05$ ). 미량미네랄은 철(완도  $3.59 \pm 1.70$  mg, 부산  $1.63 \pm 0.29$  mg), 요오드( $1.27 \pm 0.12$  mg,  $2.33 \pm 0.00$  mg), 아연(완도  $0.93 \pm 0.68$  mg, 부산  $0.38 \pm 0.00$  mg), 구리(완도  $0.02 \pm 0.03$  mg, 부산  $0.06 \pm 0.01$  mg) 순으로 요오드의 경우 부산 김이 유의적으로 높은 함량을 나타내었고, 그 외의 미량 미네랄 함량은 유사한 함량을 나타내었다. Seo 등(2007) 연구에서 신안산 김의 미네랄 함량은 100 g 당 칼슘  $206.20 \pm 3.20$  mg, 나트륨  $345.00 \pm 3.40$  mg, 칼륨  $546.00 \pm 6.30$  mg, 마그네슘  $88.00 \pm 4.30$  mg, 철  $11.70 \pm 0.50$  mg, 아연  $4.14 \pm 0.60$  mg, 구리  $0.05 \pm 0.01$  mg이었다. 칼슘 및 철의 함량이 본 연구결과에서 다소 낮은 함량을 나타내었다.

#### 1. 4. 2. 다시마

국내에서 생산되는 완도 및 부산 다시마에 대한 미네랄 함량 결과를 Table 16에 나타내었다. NFRDI (2009)의 한국 수산물성분표에서 가식부 100 g당 다시마의 미네랄 함량을 조사한 결과, 칼슘 103 mg, 인 23 mg, 철 2.4 mg이었다. 본 연구결과에서 다시마는 완도  $39.58 \pm 6.22$  mg, 부산  $64.89 \pm 1.62$  mg으로 칼슘에서는 차이를 나타내나, 인과 철의 경우 비슷한 함량을 나타내었다. 본 연구결과에서 생산지역에 따른 완도 및 부산 다시마의 미네랄 함량 차이는 유의적인 차이가 없었다 ( $P > 0.05$ ). 칼륨과 요오드의 경우 칼륨은 완도  $751.61 \pm 11.71$  mg, 부산  $1,426.81 \pm 44.68$  mg이고, 요오드는 완도  $17.56 \pm 8.05$  mg, 부산  $94.82 \pm 14.36$ 으로 각각의 함량에서 유의적으로 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ).

### 1. 4. 3. 미역

생산지역에 따른 완도 및 부산 미역의 미네랄 함량을 Table 17에 나타내었다. 다량 미네랄의 경우 칼륨(완도  $773.30 \pm 13.75$  mg, 부산  $1,111.81 \pm 57.69$  mg), 나트륨(완도  $315.45 \pm 13.66$  mg, 부산  $360.76 \pm 39.59$  mg), 칼슘(완도  $77.13 \pm 0.42$  mg, 부산  $78.72 \pm 4.14$  mg), 마그네슘(완도  $54.54 \pm 1.22$  mg, 부산  $54.49 \pm 1.92$  mg), 인(완도  $46.86 \pm 1.77$  mg, 부산  $54.07 \pm 4.14$  mg) 순이었으며, 생산지역에 따른 다량 미네랄 함량에는 큰 차이가 없었다. 미량 미네랄의 경우 철(완도  $1.01 \pm 0.15$  mg, 부산  $0.46 \pm 0.06$  mg), 요오드(완도  $0.23 \pm 0.01$  mg, 부산  $1.12 \pm 0.10$  mg), 아연(완도  $0.18 \pm 0.00$  mg, 부산  $0.14 \pm 0.00$  mg) 순이었고, 구리, 셀레늄, 몰리브덴의 경우 거의 검출되지 않아 매우 작은 함량을 나타내었다( $<0.05$  mg). 미량 미네랄도 생산지역에 따른 유의적인 차이는 거의 나타나지 않았다. Cho 등(1996)의 경우 가식부 100 g당 미역의 미네랄 함량을 나타내었는데, 다량 미네랄은 나트륨이 6,530-6,905 mg으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 칼륨 3,578-5,249 mg, 마그네슘 498-1,857 mg, 칼슘 310-572 mg 순으로 나타났다. 미량 미네랄은 철 6.2-28.1 mg, 아연 4.0-7.3 mg, 구리 0.1-2.0 mg, 셀레늄 0.4-0.8 mg 순으로 전반적으로 차이를 보였다. 이는 연구기간이 오래되었다는 점, 또한 서식환경이나 어획시기 등에 따라 미네랄 함량의 차이가 나타난다는 점이 원인으로 판단된다.

#### 1. 4. 4. 톳

Table 18은 생산지역에 따른 완도, 고흥 및 진도 톳에 대한 가식부 100 g 당 미네랄 함량을 나타낸 것이다. 다량 미네랄의 경우, 칼륨이 1,916.51-2066.65 mg (1,989.22±75.18 mg)으로 가장 높은 함량이었고, 다음으로는 나트륨 141.49-277.18 mg (213.25±68.18 mg), 칼슘 95.47-131.29 mg (109.79±18.96 mg), 마그네슘 50.77-74.69 mg (60.60±12.51 mg), 인 38.01-52.43 mg (47.87±8.55 mg) 순이었다. 미량 미네랄의 경우 요오드 11.87-21.07 mg (15.51±4.89 mg), 철 0.87-2.95 mg (1.76±1.07 mg), 아연 0.16-0.60 mg (0.38±0.22 mg), 구리 0.00-0.07 mg (0.04±0.04 mg) 순이었다. 몰리브덴과 셀레늄은 거의 검출되지 않았다.

생산 지역에 따른 차이는 칼슘의 경우 고흥 131.29±4.88 mg, 완도 102.62±5.49 mg, 진도 95.47±0.52 mg 순으로 유의적으로 차이가 나타났으나( $P<0.05$ ), 인 38.01-53.17 mg, 나트륨 141.49-277.18 mg, 칼륨 1,916.51-2,066.65 mg으로 생산지역에 따른 미네랄 함량의 차이가 크게 나타나지 않았다( $P>0.05$ ). 미량 미네랄인 철 (고흥 2.95±0.01 mg, 진도 1.45±0.16 mg, 완도 0.87±0.08 mg), 아연 (완도 0.60±0.01 mg, 고흥 0.39±0.01 mg, 진도 0.16±0.01 mg), 구리 (고흥 0.07±0.00 mg, 완도 0.05±0.00 mg, 진도 0.00±0.00 mg)으로 생산지역에 따른 미네랄 함량에 유의적으로 차이를 보였다. 요오드의 경우 11.87-21.07 mg으로 미량 미네랄 중 가장 함량이 높고 생산 지역에 따른 함량은 유사하였다.

Table 15. Mineral contents of laver (*Porphyra tenera*) produced in different regions of Korea

Mineral (mg/100 g)	Laver ( <i>Porphyra tenera</i> )	
	Wando	Busan
Ca	72.83±5.78 <sup>1)a</sup>	18.00±0.71 <sup>b2)</sup>
P	61.43±7.71	35.02±0.49
Na	332.51±22.86 <sup>a</sup>	123.61±12.73 <sup>b</sup>
K	1,328.63±93.41 <sup>a</sup>	462.82±11.00 <sup>b</sup>
Mg	63.34±10.24	29.01±0.63
Fe	3.59±1.70	1.63±0.29
Zn	0.93±0.68	0.38±0.00
Cu	0.02±0.03	0.06±0.01
I	1.27±0.12 <sup>b</sup>	2.33±0.00 <sup>a</sup>
Se	0.01±0.00	0.01±0.01
Mo	0.00±0.00	0.00±0.00

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

Table 16. Mineral contents of Japanese kelp (*Saccharina japonica*) produced in different regions of Korea

Mineral (mg/100 g)	Kelp ( <i>Saccharina japonica</i> )	
	Wando	Busan
Ca	39.58±6.22 <sup>1)</sup>	64.89±1.62
P	33.20±5.54	28.10±1.48
Na	177.71±10.46	207.75±1.96
K	751.61±11.71 <sup>b2)</sup>	1,426.81±44.68 <sup>a</sup>
Mg	34.11±5.90	40.04±0.76
Fe	1.79±1.05	0.95±0.04
Zn	0.39±0.37	0.18±0.00
Cu	0.01±0.01	0.00±0.00
I	17.56±8.05 <sup>b</sup>	94.82±14.36 <sup>a</sup>
Se	0.00±0.00	0.01±0.01
Mo	0.01±0.01	0.00±0.00

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

Table 17. Mineral contents of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) produced in different regions of Korea

Mineral (mg/100 g)	Sea mustard ( <i>Undaria pinnatifida</i> )	
	Wando	Busan
Ca	77.13±0.42 <sup>1)</sup>	78.72±4.14
P	46.86±1.77	54.07±1.80
Na	315.45±13.66	360.76±39.59
K	773.30±13.75 <sup>b2)</sup>	1,111.81±57.69 <sup>a</sup>
Mg	54.54±1.22	54.49±1.92
Fe	1.01±0.15	0.46±0.06
Zn	0.18±0.00 <sup>a</sup>	0.14±0.00 <sup>b</sup>
Cu	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>
I	0.23±0.01 <sup>b</sup>	1.12±0.10 <sup>a</sup>
Se	0.01±0.00	0.01±0.01
Mo	0.00±0.00	0.00±0.00

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

Table 18. Mineral contents of hijiki (*Sargassum fusiforme*) produced in different regions of Korea

Mineral (mg/100 g)	Hijiki ( <i>Sargassum fusiforme</i> )		
	Wando	Goheung	Jindo
Ca	102.62±5.49 <sup>1)b</sup>	131.29±4.88 <sup>a2)</sup>	95.47±0.52 <sup>b</sup>
P	38.01±0.83	53.17±0.30	52.43±17.52
Na	141.49±6.05	277.18±16.30	221.08±41.48
K	1,984.49±52.22	1,916.51±13.12	2,066.65±35.92
Mg	56.35±3.98 <sup>ab</sup>	74.69±4.19 <sup>a</sup>	50.77±1.20 <sup>b</sup>
Fe	0.87±0.08 <sup>b</sup>	2.95±0.01 <sup>a</sup>	1.45±0.16 <sup>b</sup>
Zn	0.60±0.01 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.01 <sup>c</sup>
Cu	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.07±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
I	11.87±0.00	13.60±0.00	21.07±3.08
Se	0.00±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
Mo	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>2)</sup>Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at  $P<0.05$

## 2. 생산지역에 따른 해조류의 미네랄 섭취량 및 영양평가

### 2. 1. 미네랄 섭취량

생산지역별 김, 다시마, 미역, 툇의 미네랄 섭취량을 알아보기 위해서 1회 섭취 시 식품섭취량을 구하였다. 식품섭취량은 2014 국민건강영양조사에서 관측된 김, 다시마, 미역, 툇의 1일 최대, 최소 섭취량에서 김, 다시마, 미역, 툇 각각의 미네랄 섭취량을 구하였다.

생산지역별 김, 다시마, 미역, 툇의 1일 최대, 최소 미네랄 섭취량은 Table 19-22에 나타내었다. 셀레늄과 몰리브덴의 경우 모든 시료에서 거의 검출이 되지 않았으므로 제외하여 나타내었다. 최소 미네랄 섭취량은 다량 미네랄 및 미량 미네랄을 포함하여 0.00-1.24 mg으로 큰 차이가 나지 않았다. 최대 미네랄 섭취량은 다량 미네랄인 칼슘의 경우 29.34-1081.72 mg으로 부산 다시마에서 가장 많은 섭취량을 나타내었다. 인은 18.62-553.44 mg으로 완도 다시마에서 가장 많은 섭취량을 나타내었고, 완도 툇에서 가장 작은 섭취량을 나타내었다. 나트륨은 69.33-3,463.19 mg, 칼륨은 754.40-23,784.92 mg, 마그네슘은 24.88-667.47 mg으로 부산 다시마에서 가장 높은 값을 나타내었다. 미량 미네랄의 경우 철 0.43-29.84 mg, 아연 0.08-6.50 mg, 구리 0.00-0.17 mg, 0.90-1580.65 mg으로 각각 다시마의 섭취량이 가장 높았다.

Table 19. Maximum and minimum value one intake of laver (*Porphyra tenera*) produced in different regions of Korea

	Intake of laver (mg)			
	Wando		Busan	
	Min	Max	Min	Max
Ca	0.01	118.71	0.00	29.34
P	0.01	100.13	0.00	57.08
Na	0.03	541.99	0.01	201.48
K	0.13	2,165.67	0.05	754.40
Mg	0.01	103.24	0.00	47.29
Fe	0.00	5.85	0.00	2.66
Zn	0.00	1.52	0.00	0.62
Cu	0.00	0.03	0.00	0.10
I	0.00	2.07	0.00	3.80

Table 20. Maximum and minimum value one intake of Japanese kelp (*Saccharina japonica*) produced in different regions of Korea

	Intake of Japanese kelp (mg)			
	Wando		Busan	
	Min	Max	Min	Max
Ca	0.00	659.80	0.00	1,081.72
P	0.00	553.44	0.00	468.43
Na	0.00	2,962.43	0.00	3,463.19
K	0.01	12,529.34	0.01	23,784.92
Mg	0.00	568.61	0.00	667.47
Fe	0.00	29.84	0.00	15.84
Zn	0.00	6.50	0.00	3.00
Cu	0.00	0.17	0.00	0.00
I	0.00	292.73	0.00	1,580.65

Table 21. Maximum and minimum value one intake of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) produced in different regions of Korea

	Intake of sea mustard (mg)			
	Wando		Busan	
	Min	Max	Min	Max
Ca	0.01	302.35	0.01	308.58
P	0.00	183.69	0.01	211.95
Na	0.03	315.45	0.04	1,414.18
K	0.08	3,031.34	0.11	4,358.30
Mg	0.01	213.80	0.01	213.60
Fe	0.00	3.96	0.00	1.80
Zn	0.00	0.71	0.00	0.55
Cu	0.00	0.00	0.00	0.12
I	0.00	0.90	0.00	4.39

Table 22. Maximum and minimum value one intake of hijiki (*Sargassum fusiforme*) produced in different regions of Korea

	Intake of hijiki (mg)					
	Wando		Goheung		Jindo	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Ca	0.06	50.28	0.08	64.33	0.06	46.78
P	0.02	18.62	0.03	26.05	0.03	25.69
Na	0.08	69.33	0.17	135.82	0.13	108.33
K	1.19	972.40	1.15	939.09	1.24	1,012.66
Mg	0.03	27.61	0.04	36.60	0.03	24.88
Fe	0.00	0.43	0.00	1.45	0.00	0.71
Zn	0.00	0.29	0.00	0.19	0.00	0.08
Cu	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00
I	0.00	5.82	0.01	6.66	0.01	10.32

## 2. 2. 미네랄 섭취량에 대한 영양평가

한국인영양섭취기준(2014)에 의하면 19세 이상 성인 남성의 1일 미네랄 권장섭취량으로 다량미네랄의 경우 칼슘 800 mg, 인 700 mg, 나트륨 1,500 mg(충분섭취량 : 평균필요량에 표준편차의 2배를 더한 값; 평균필요량 : 대상 집단을 구성하는 사람들의 절반에 해당하는 사람들의 일일 필요량을 충족시키는 값), 칼륨 3,500 mg(충분섭취량), 마그네슘 350 mg, 설정하였고, 미량미네랄은 철 10 mg, 아연 10 mg, 구리 800 µg, 망간 4 mg(충분섭취량), 요오드 150 µg, 셀레늄 60 µg, 몰리브덴 30 µg으로 설정하였다. 19세 이상 성인 여성의 1일 미네랄 권장섭취량으로는 칼슘 700 mg, 마그네슘 280 mg, 철 14 mg, 아연 8 mg, 몰리브덴 25µg 으로 그 외에 미네랄은 성인 남성의 권장섭취량 및 충분섭취량과 동일하였다.

앞의 1회 섭취량을 통해 구한 미네랄 섭취량 결과를 바탕으로 김, 다시마, 미역, 톳 1회 섭취 시 미네랄 섭취량을 19세 이상 성인 남성의 영양섭취기준(높은 값 기준)에 따라 칼슘, 인, 마그네슘, 철, 아연, 구리, 요오드는 권장섭취량(Recommended Nutrient Intake, RNI)으로, 나트륨, 칼륨은 충분섭취량(Adequate Intake, AI)과 비교하여 백분율로 계산하여 영양섭취비율을 구하였다.

### 2. 2. 1. 다량 미네랄에 대한 영양평가

체내 칼슘의 대부분은 주로 뼈에 존재하며, 그 외 체내 여러 조직에서 신경의 자극전달, 근육이나 혈관의 수축 및 이완 조절 등의 대사과정에 관여한다. 칼슘은 뼈 속에서 수산화인회석(hydroxyapatite,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_2\text{OH}_2$ )의 주요 구성성분이 되면서, 뼈를 단단하게 하고 체내 칼슘의 저장 기능도 수행하게 된다(Weaver, 2006). 따라서 칼슘은 인체의 구성과 성장에 필요한 영양소이다. 그러므로 칼슘 섭취가 부족하여 골밀도가 낮아지면 체내 골질량을 유지할 수 없게 되어 골감소증 및 골다공증을 유발할 수 있다(Matkovic et al., 2005). 반면에 칼슘을 일정 수준 이상으로 섭취하

면 변비가 발생하거나(Jackson et al., 2006) 신장 조직이 파괴될 수 있고 신장결석의 위험도가 증가할 수 있다(Han et al., 2015).

인은 세포막과 세포벽을 구성하는 성분이며, 뼈와 치아 등 경조직을 구성한다. 또한 세포의 에너지 대사, 체액의 산염기 균형 조절, 세포막의 구성, 생체 신호 전달 등의 기능을 수행하는 중요한 역할을 하는 미네랄이다(Anderson et al., 2006). 인의 섭취가 부족하면 저인산혈증으로 신경학적 기능장애가 발생하지만 정상인들이 결핍증세를 보이는 경우는 상당히 드물다. 인의 체내 보유량이 증가하면 고인산혈증이 발생하는데, 부갑상선호르몬 분비항진과 같은 칼슘조절 호르몬의 변화, 비골격조직의 전이성 석회화, 골다공증, 칼슘 흡수장애 등의 증상이 나타날 수 있다(IOM, 1997).

나트륨은 세포막 전압을 유지하는 중요한 인자로서, 삼투압 유지와 수분 평형에 관여하며, 산염기의 균형 조절 및 신경 자극 전달에도 중요한 역할을 한다. 또한 소장에서 탄수화물과 아미노산의 흡수에도 작용한다(Hall, 2011). 나트륨 섭취가 부족하면 심박출량의 감소로 혈압이 저하되고, 피부와 근육의 혈관 수축이 발생하여 전신 혈관저항이 증가한다(Kim, 2009). 반면 나트륨의 과잉 섭취로 인한 증상은 비특이적이며, 오심, 근무력증과 섬유속성 연축, 기면과 혼수 등 정신 상태의 변화를 포함한다(Kim et al., 1985). 장기적인 과잉 섭취는 혈압상승, 뇌졸중, 심근경색, 심부전 등의 심장질환 및 신장질환의 발병과 진행을 촉진한다.

칼륨은 세포내액의 주요 전해질로서 나트륨 이온과 함께 정상적인 삼투압을 유지시킴으로써 수분평형을 유지하며 세포액을 보전하는 기능을 한다(IOM, 2001). 건강한 상태에서는 칼륨의 결핍증이 나타나지 않지만, 지속적 구토와 설사, 장기간 칼륨 제한 식사, 알코올 중독 등에 칼륨이 결핍되면 저칼륨혈증과 칼륨 결핍증이 발생하고 그에 따른 증상으로는 심부정맥, 근육 약화 등이 있다.

마그네슘은 뼈와 치아의 구성요소이며, 인체 내 300여종 이상 효소의 조효소 역할을 한다. 따라서 마그네슘이 부족하면 혈청 칼슘 농도 저하

등의 증세를 보일 수 있다.

생산지역에 따른 김, 다시마, 미역, 툇의 최대, 최소 1회 영양섭취비율을 Table 23-26에 나타내었고, 그 중 최대 영양섭취비율을 따로 Fig. 1-5에 나타내었다. 최소 영양섭취비율은 0.00-0.01%로 종류 및 생산지역에 따라 차이가 없었고, 최대 영양섭취비율은 3.91-144.23%로 나타났다. 그 중 부산 다시마가 144.23%로 가장 높은 영양섭취비율을 나타내었다. 완도 다시마의 또한 87.97%로 높은 영양섭취비율을 나타나는 것을 확인하였다. Fig. 1-5은 영양평가의 기준으로 세웠던 19세 이상 성인 남자 1인 1회 권장섭취량 및 충분섭취량을 100% 기준으로 환산하여 최대섭취비율을 나타낸 것이다. 따라서 100%를 초과하는 값을 보이는 구간에서는 각 미네랄의 권장량을 충족하는 것이다. 본 연구결과에서 지역별에 따른 김, 다시마, 미역, 툇의 영양섭취비율은 비슷하나, 다시마의 경우 칼슘에서 권장섭취량을 충족시킨다는 것을 확인하였다.

인의 최소 영양섭취비율은 0.00%, 최대 영양섭취비율은 2.66-79.06%로, 다시마가 완도 79.06%, 부산 30.28%으로 김, 다시마, 미역, 툇 중에서 높은 영양섭취비율을 나타내었다. 나트륨의 영양섭취비율은 0.00-230.88%, 칼륨 0.00-679.57%, 마그네슘 0.00-196.31%으로 부산 다시마에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 칼륨의 경우 툇을 제외한 김, 다시마, 미역에서 전체적으로 영양섭취비율이 높았다.

## 2. 2. 2. 미량 미네랄에 대한 영양평가

철은 효소 및 시토크롬, 헤모글로빈, 미오글로빈 등의 중요한 구성요소이다. 철 결핍성 빈혈은 흔한 영양결핍증이지만, 철이 부족하면 빈혈 이외에도 어린이의 운동실조, 발달장애, 인지능력 손상과 임신부의 경우 조산, 미숙아, 사산 등의 위험이 발생한다. 반면, 철을 과잉 섭취하면 위장장애, 아연 흡수율 감소 등을 초래할 수 있다.

아연은 체내 약 100여 개 효소 및 조효소의 구성요소로 작용하여 촉매활성에 기여하고, 유전자 발현 조절과 면역 작용 및 세포분화에 관여한다. 결핍시 성장 지연, 식욕 감퇴, 설사, 염증 등이 나타나고, 과잉 섭취시 다른 미네랄의 흡수 저해, 면역기능의 감소가 일어난다.

구리는 산화환원반응에 관여하며 철의 운반, 항산화작용 등을 수행하는데에 필수적으로 사용된다. 구리가 부족하면 빈혈, 저색소증, 호중구감소증, 신경학적 이상을 초래하고, 과잉섭취로 나타나는 것은 구리 과다에 의한 산화적 스트레스, 특히 간 손상에 기인한다(Kang, 2011).

요오드는 인체의 필수 미량성분이며, 갑상선호르몬인 티록신(thyroxine, T<sub>4</sub>)과 triiodothyronine(T<sub>3</sub>)의 구성성분으로 생화학적 대사에 관여한다. 음식을 통해 섭취된 요오드는 위와 소장 상부에서 대부분 흡수되어 갑상선과 신장으로 이동한다. 흡수된 요오드는 필요한 정도만 선택적으로 농축되고, 나머지는 대부분 소변으로 배설된다(IOM, 2001). 요오드가 부족하면 갑상선 기능저하증이나 인지기능장애가 나타날 수 있고, 과다하면 갑상선염, 갑상선종, 갑상선기능항진증 및 저하증이 초래될 수 있다(Sherwood, 2013). 요오드는 맑은 천연 소금물에서 상당한 양이 발견되기 때문에 주 급원식품으로는 다시마, 미역, 김 등의 해조류와 고등어이다.

김, 다시마, 미역, 툇의 최대, 최소 영양섭취비율을 Table 23-26, 미량 미네랄에 대한 최대 영양섭취비율을 Fig. 4-5에 나타내었다. 각 미량 미네랄에 대한 영양섭취비율은 요오드 0.02-1,053,766.27%, 철 0.00-298.39%, 아연 0.00-65.01%, 구리 0.00-20.84% 순이었다. 요오드의

경우 부산 다시마에서 가장 높은 섭취량을 나타내었으며, 철, 아연, 구리는 완도 다시마에서 가장 높은 영양섭취비율을 나타내었다. 다시마가 대부분의 미네랄에서 가장 높은 영양섭취비율을 나타내었고, 김, 미역, 툇은 다시마에 비해 영양섭취비율은 낮으나 생산지역에 따른 영양섭취비율에 차이는 크게 나타나지 않았다.

미량 미네랄 중 가장 높은 섭취량을 나타내고 있는 요오드의 경우, Fig. 5로 확인했을 때 김 최대 섭취량 중 1/10, 다시마는 1/10<sup>4</sup>, 미역과 툇은 1/20만 섭취를 하여도 영양섭취기준을 충족할 수 있다. Kim 등(1998)의 연구 결과에서 요오드는 식품과 물을 통해 대부분 섭취하고 있으며 국가나 지역, 음식문화에 따라 하루 요오드 섭취량의 차이가 크게 나타나는데, 우리나라와 일본에서는 주된 요오드 식품급원이 해조류, 생선, 패류 및 소금이지만, 미국, 캐나다, 유럽 국가에서는 우유와 유제품, 계란 등의 낙농제품과 제빵 제품이 주된 급원이다. 그 중 한국인은 요오드 주 급원이 해조류가 66%, 우유와 유제품이 11%, 생선이 9%로 조사되었다. 이렇게 한국 및 일본과 같은 해안 국가의 경우 내륙 국가에 비해 해조류를 많이 섭취하기 때문에 갑상샘 질환의 발병율이 높은 것 또한 피할 수 없는 문제이기도 하다(Lee et al, 2011).

결과적으로, 미량 함유되어 있지만 인체를 구성하는 원소 및 대사 조절 작용 등의 많은 생리 작용과 밀접하게 관계있는 요소인 미네랄을 유용하게 섭취하기 위해서는 올바른 권장섭취량 및 충족섭취량을 바탕으로 건강한 식단을 유지해야 한다고 판단된다. 또한 미네랄 섭취에 대한 영양평가를 통하여 국내 해조류 중 주 소비원인 김, 다시마, 미역, 툇의 영양학적 우수성 확보 및 섭취기준 확립을 위한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이라고 기대한다.

Table 23. The maximum and minimum nutrient intake rate of laver (*Porphyra tenera*) produced in different regions of Korea

	Nutrient intake rate of laver (%)			
	Wando		Busan	
	Min	Max	Min	Max
Ca	0.00	15.83	0.00	3.91
P	0.00	14.30	0.00	8.15
Na	0.00	36.13	0.00	13.43
K	0.00	61.88	0.00	21.55
Mg	0.00	30.37	0.00	13.91
Fe	0.00	58.52	0.00	26.57
Zn	0.00	15.16	0.00	6.19
Cu	0.00	4.08	0.00	12.23
I	0.08	1,380.07	0.16	2,531.93

Table 24. The maximum and minimum nutrient intake rate of Japanese kelp (*Saccharina japonica*) produced in different regions of Korea

	Nutrient intake rate of Japanese kelp (%)			
	Wando		Busan	
	Min	Max	Min	Max
Ca	0.00	87.97	0.00	144.23
P	0.00	79.06	0.00	66.92
Na	0.00	197.50	0.00	230.88
K	0.00	357.98	0.00	679.57
Mg	0.00	167.24	0.00	196.31
Fe	0.00	298.39	0.00	158.37
Zn	0.00	65.01	0.00	30.01
Cu	0.00	20.84	0.00	0.00
I	0.12	195,150.13	0.63	1,053,766.27

Table 25. The maximum and minimum nutrient intake rate of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) produced in different regions of Korea

	Nutrient intake rate of sea mustard (%)			
	Wando		Busan	
	Min	Max	Min	Max
Ca	0.00	40.31	0.00	41.14
P	0.00	26.24	0.00	30.28
Na	0.00	82.44	0.00	94.28
K	0.00	86.61	0.00	124.52
Mg	0.00	62.88	0.00	62.82
Fe	0.00	39.59	0.00	18.03
Zn	0.00	7.06	0.00	5.49
Cu	0.00	0.00	0.00	14.70
I	0.02	601.07	0.07	2,926.93

Table 26. The maximum and minimum nutrient intake rate of hijiki (*Sargassum fusiforme*) produced in different regions of Korea

	Nutrient intake rate of hijiki (%)					
	Wando		Goheung		Jindo	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Ca	0.01	6.70	0.01	8.58	0.01	6.24
P	0.00	2.66	0.00	3.72	0.00	3.67
Na	0.01	4.62	0.01	9.05	0.01	7.22
K	0.03	27.78	0.03	26.83	0.04	28.93
Mg	0.01	8.12	0.01	10.76	0.01	7.32
Fe	0.01	4.26	0.02	14.46	0.01	7.11
Zn	0.00	2.94	0.00	1.91	0.00	0.78
Cu	0.00	3.06	0.01	4.29	0.00	0.00
I	4.75	3,877.53	5.44	4,442.67	8.43	6,882.87

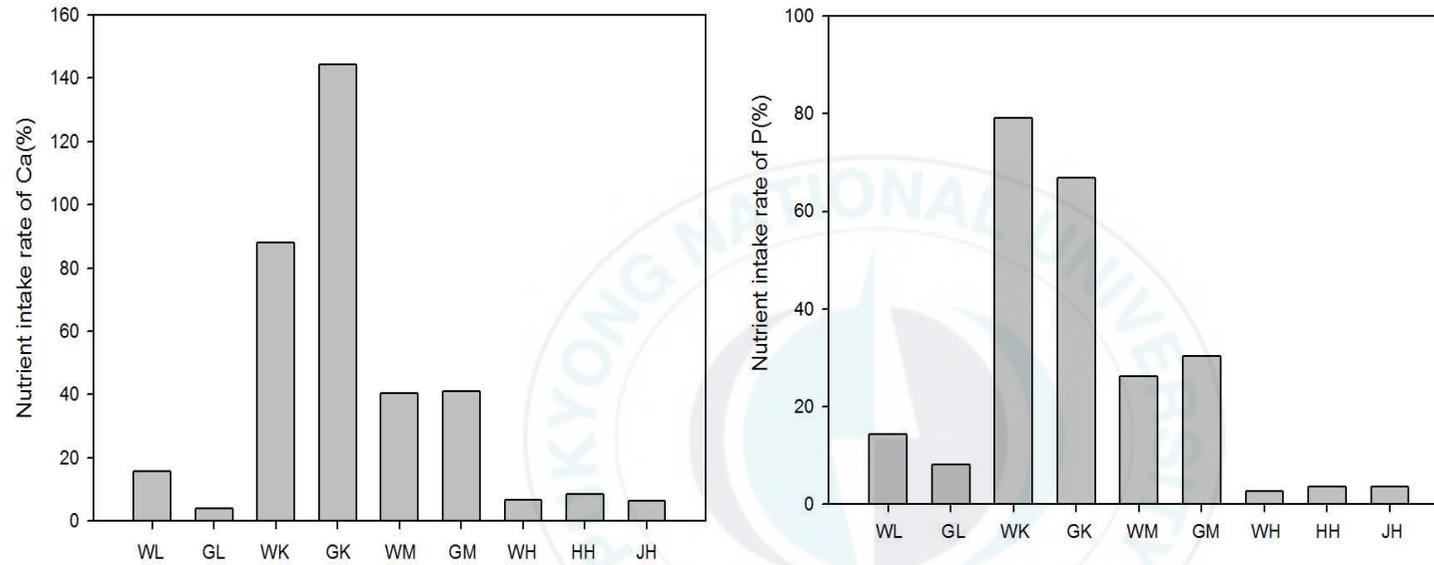


Fig. 1. Percentage of maximum nutritional intake of Ca, P in laver, Japanese kelp, sea mustard, hijiki

WL:Wando laver, GL:Busan laver, WK:Wando Japanese kelp, GK:Busan Japanese kelp, WM:Wando sea mustard, GM:Busan sea mustard, WH:Wando Hijiki, HH:Goheung Hijiki, JH:Jindo Hijiki

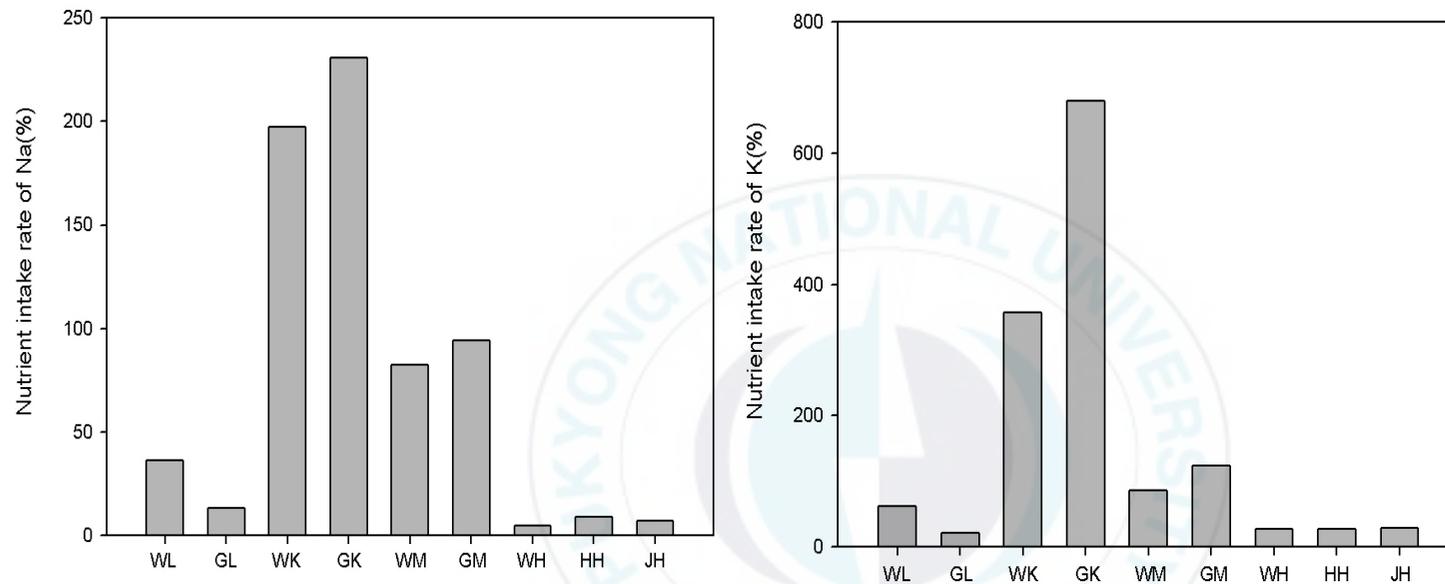


Fig. 2. Percentage of maximum nutritional intake of Na, K in laver, Japanese kelp, sea mustard, hijiki

WL:Wando laver, GL:Busan laver, WK:Wando Japanese kelp, GK:Busan Japanese kelp, WM:Wando sea mustard, GM:Busan sea mustard, WH:Wando Hijiki, HH:Goheung Hijiki, JH:Jindo Hijiki

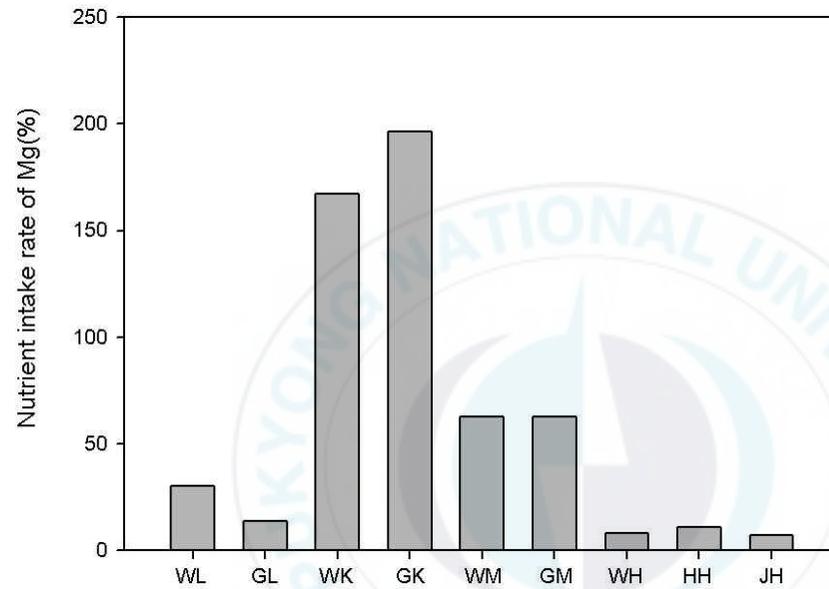
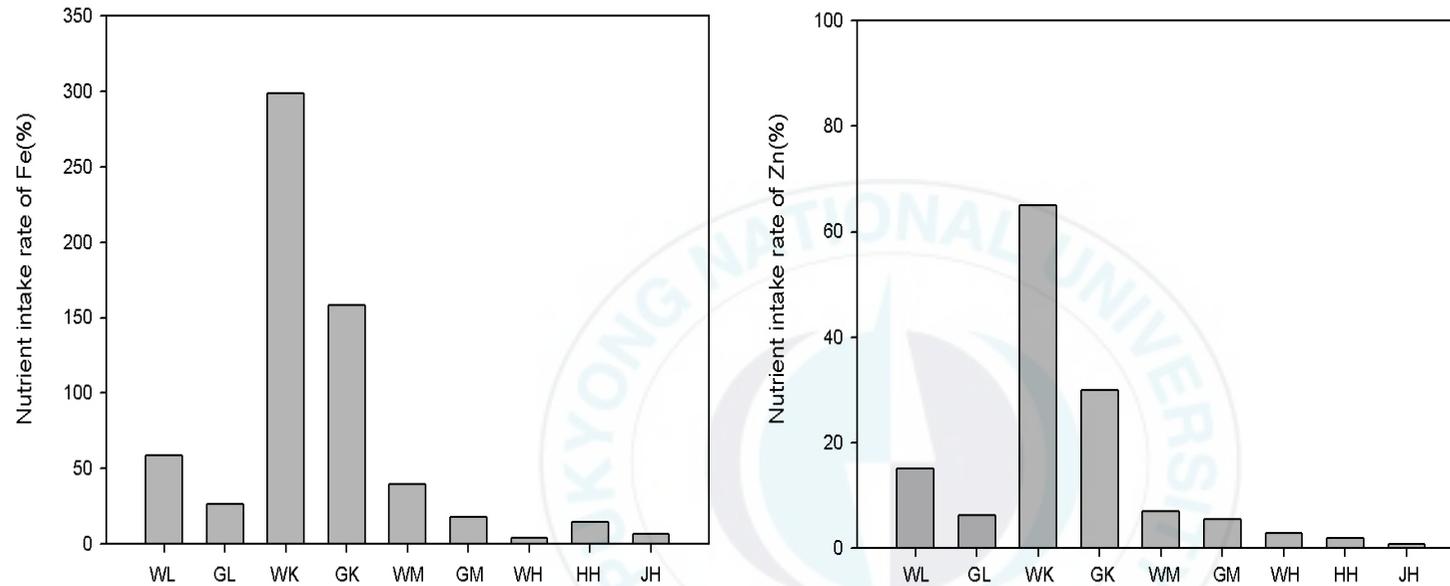


Fig. 3. Percentage of maximum nutritional intake of Mg in laver, Japanese kelp, sea mustard, hijiki

WL:Wando laver, GL:Busan laver, WK:Wando Japanese kelp, GK:Busan Japanese kelp, WM:Wando sea mustard, GM:Busan sea mustard, WH:Wando Hijiki, HH:Goheung Hijiki, JH:Jindo Hijiki



**Fig. 4. Percentage of maximum nutritional intake of Fe, Zn in laver, Japanese kelp, sea mustard, hijiki**

WL:Wando laver, GL:Busan laver, WK:Wando Japanese kelp, GK:Busan Japanese kelp, WM:Wando sea mustard, GM:Busan sea mustard, WH:Wando Hijiki, HH:Goheung Hijiki, JH:Jindo Hijiki

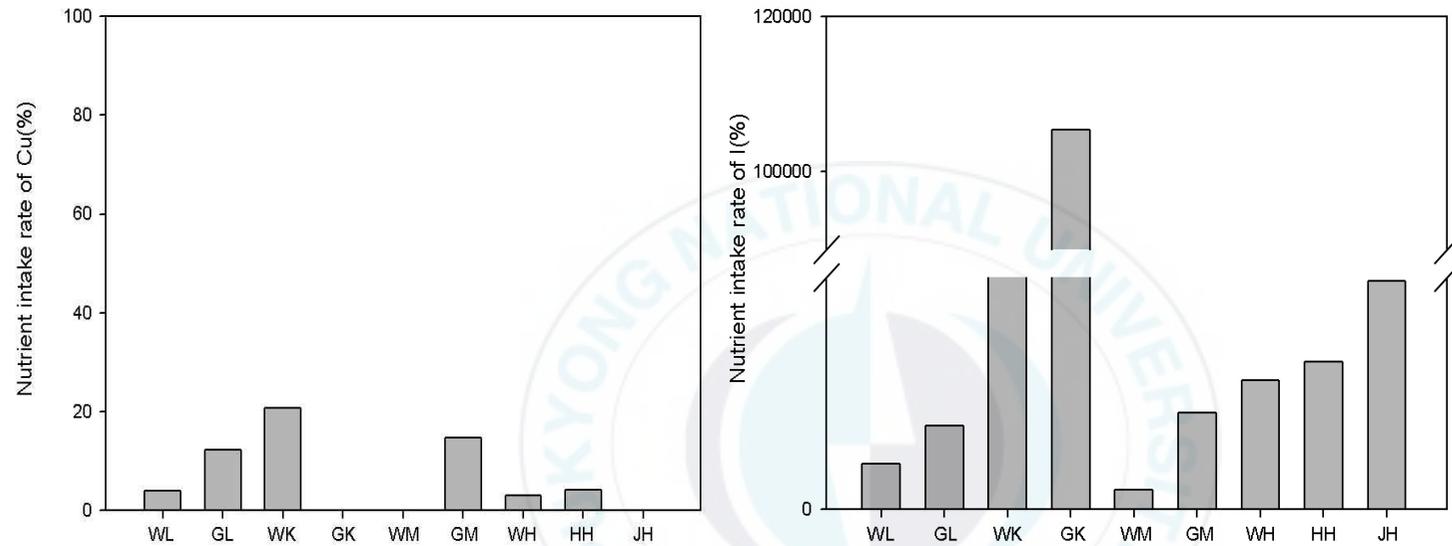


Fig. 5. Percentage of maximum nutritional intake of Cu, I in laver, Japanese kelp, sea mustard, hijiki

WL:Wando laver, GL:Busan laver, WK:Wando Japanese kelp, GK:Busan Japanese kelp, WM:Wando sea mustard, GM:Busan sea mustard, WH:Wando Hijiki, HH:Goheung Hijiki, JH:Jindo Hijiki

## 요 약

본 연구에서는 생산지역에 따른 국내산 김, 다시마, 미역, 툇의 영양학적 평가를 위해 김, 다시마, 미역의 경우 완도 및 부산으로 구분하고, 툇은 전라남도 완도, 고흥, 진도로 나누어 일반성분, 지방산조성, 총 아미노산 그리고 미네랄 함량을 측정하였으며 미네랄 함량에 대한 영양평가를 실시하였다. 영양평가는 한국인영양섭취기준에 대한 영양섭취비율을 구하여 비교하였다. 이를 통해 해조류 중 주 소비원인 김, 다시마, 미역, 툇의 영양학적 우수성 확보 및 올바른 섭취를 위한 기초자료로 활용하고자 하였으며 그에 따른 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 생산지역에 따른 김, 다시마, 미역, 툇의 일반성분 함량 중 수분의 경우 85.34-92.68 g/100 g로 일반성분 중 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 조지방 함량은 1.20-5.14 g/100 g, 조단백 함량은 0.05-0.45 g/100 g, 조회분은 0.91-6.32 g/100 g범위로, 생산지역에 따른 큰 차이를 보이지 않았다.
2. 생산지역에 따른 김, 다시마, 미역, 툇의 지방산조성을 조사한 결과, 포화지방산에서의 조성은 대부분 palmitic acid (C16:0)가 주요 성분이었으며 단일불포화지방산에서는 oleic acid (C18:1), 고도불포화지방산에서는 김은 linoleic acid (C18:2), arachidonic acid (C20:4) 그리고 eicosapentaenoic acid (C20:5)가 주요 성분이었으며, 갈조류인 다시마, 미역, 툇은 stearidonic acid (C18:4), arachidonic acid (C20:4) 그리고 eicosapentaenoic acid (C20:5)가 종류별에 따른 조성 차이는 있었으나 주성분을 차지했다.

3. 총 아미노산은 tryptophan을 제외한 17개의 구성아미노산을 분석하였다. 구성아미노산을 살펴보면 분석된 시료 중 대체적으로 leucine, aspartic acid, glutamic acid, alanine의 함량이 대부분을 차지하였으며, 그 중 glutamic acid의 함량이 가장 높게 나타났다. 생산지역별 김, 다시마, 미역, 툇의 총 아미노산 함량은 김 24.66-25.71 g/100 g, 다시마 9.63-11.16 g/100 g, 미역 12.36-17.96 g/100 g, 툇 9.93-10.21 g/100 g으로 나타났으며 김의 총 아미노산 함량이 가장 높았으며 각 시료의 생산지역별 아미노산 함량 차이는 나타나지 않았다.

4. 생산지역에 따른 국내산 해조류 4종을 분석한 결과, 다량 미네랄 함량은 칼륨이 100 g당 462.82-2,066.65 mg으로 가장 많이 함유되어 있으며 다음으로 나트륨 123.61-360.76 mg, 칼슘 18.00-131.29 mg, 마그네슘 28.10-61.43 mg, 인 28.10-61.43 mg 순이었다. 미량 미네랄의 함량은 요오드가 100 g당 0.23-94.82 mg으로 가장 많은 함유량을 나타내었으며, 다음으로 철 0.46-3.59 mg, 아연 0.14-0.93 mg, 구리 0.00-0.07 mg이었고 셀레늄과 몰리브덴은 0.00-0.01 mg으로 거의 미량으로 검출되었다.

5. 김, 다시마, 미역, 툇의 미네랄 섭취량에 대한 영양평가를 실시하기 위해 각각의 최대, 최소 미네랄 섭취량을 계산한 뒤 한국인영양섭취기준과 비교하여 영양섭취비율을 계산하였다. 다량미네랄 중 가장 영양섭취비율이 높은 항목은 칼륨(157.29±222.74%)이었고, 다음으로는 나트륨(75.06±85.83%), 마그네슘(62.19±71.54%), 칼슘(39.43±47.81%), 인(26.11±28.51%) 순이었다. 미량미네랄은 요오드(141,284.39±348,022.06%)가 가장 영양섭취비율이 높았고, 철(69.48±98.09%), 아연(14.95±20.85%), 구리(6.58±7.54%) 순이었다. 다시마가 대부분의 미네랄 항목에서 높은 영양섭취비율을 나타내었다.

## 참 고 문 헌

- Anderson JJB, Klemmer PJ, Watts MLS, Garner SC, Calvo MS. 2006. Phosphorus. In; Present knowledge in nutrition. Washington, D.C.:ILSI, 383-399.
- Bae SK. 2006. Recent advances in radioiodine therapy for thyroid cancer. Nuclear Medicine and Molecular Imaging 40(2), 132-140.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method for total lipid extraction and Purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.
- Cho DM, Kim DS, Lee DS, Kim HR and Pyeun JH. 1996. Trace components and functional Saccharides in Seaweed - 1. Changes in proximate composition and trace elements according to the harvest season and place. Fish Aquat Sci 28, 49-59.
- Choe SN and Choi KJ. 2002. Fatty acid compositions of Sea Algae in the southern sea coast of Korea. Korean J. Food & Nutr. 15, 58-63.
- Choi EO. 2010. Functional lipids and application of Omega-3 fatty acids to conventional foods. Food Sci Ind 43, 2-13.

- Choi JS, Bae HJ, Kim YC, Park NH, Kim TB, Choi YJ, Choi EY, Park SM and Choi IS. 2008. Nutritional composition and biological activities of the Methanol extracts of Sea mustard (*Undaria pinnatifida*) in market. J. Life Sci. 18, 387-394.
- Choi JS, Shin SH, Ha YM, Kim YC, Kim TB, Park SM, Choi IS, Song HJ and Choi YJ. 2008. Mineral contents and physiological activities of dried Sea tangle (*Laminaria japonica*) collected from Busan and Wando in Korea. J. Life Sci. 18, 474-481.
- G. K. Devi, K. Manivannan, G. Thirumaran, F. A. Rajathi and P. Anantharaman. 2011. In vitro antioxidant activities of selected seaweeds from Southeast coast of India. Asian Pac. J. Trop. Med. 4, 205-211.
- Gye HJ. 2015. Analysis of Mineral content and nutritional evaluation of wild and cultured inland water fishery products. M. S. Thesis, Pukyong National University, Korea.
- Hall JE. 2011, Role of the kidneys in long-term control of arterial pressure and in hypertension. Guyton and Hall Textbook of medical physiology 12th, Saunders, 345~360.
- Han H, Segal AM, Seifter JL, Dwyer JT. 2015. Nutritional Management of Kidney Stones (Nephrolithiasis). Clin Nutr Res 4, 137-152.

- Hong JS, Kwon YJ, Kim YH, Kim MK, Park IW and Kang KH. 1991. Fatty acid composition of Miyeok (*Undaria pinnatifida*) and Pare (*Enteromorpha compressa*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 20, 376-380.
- IOM (Institute of Medicine). 1997. Dietary reference intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. Washington DC, The National Academies Press, 180-186.
- IOM (Institute of Medicine). 2001. Dietary reference intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington DC, The National Academies.
- IOM (Institute of Medicine). 2001. Dietary reference intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Washington DC, The National Academies Press, 1-74.
- Jackson RD, LaCroix AZ, Gass M, Wallace RB, Robbins J, Lewis CE, Bassford T, Beresford SA, Black HR, Blanchette P, Bonds DE, Brunner RL, Brzyski RG, Caan B, Cauley JA, Chlebowski RT, Cummings SR, Granek I, Hays J, Heiss G, Hendrix SL, Howard BV, Hsia J, Hubbell FA, Johnson KC, Judd H, Kotchen JM, Kuller LH, Langer RD, Lasser NL, Limacher MC, Ludlam S, Manson JE, Margolis KL, McGowan J, Ockene JK, O'Sullivan MJ, Phillips L, Prentice RL, Sarto GE, Stefanick ML, Van Horn L, Wactawski-Wende J, Whitlock E, Anderson GL, Assaf AR, Barad D; Women's health initiative investigators. 2006. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. N Engl J Med 354, 669-683.

- Jung SM, Kang SG, Lee HJ, Son JS, Jeon JH and Shin HW. 2016. Proximate composition and mineral content, amino acid of Laver based on culture Areas. Korean J. Environ. Ecol. 30, 98-103.
- Kang YJ. 2011. Copper and homocysteine in cardiovascular diseases. Pharmacol Ther 129, 321-331.
- Kim DG, Park JB and Lee TH. 2013. Analysis of Biochemical Compositions and Nutritive Values of Six Species of Seaweeds. J. Life Sci. 23, 1004-1009.
- Kim JA and Lee JM. 2004. Changes of Chemical Components and Antioxidant Activities in *Hizikia fusiformis*(Harvey) OKAMURA with Blanching Times. Korean J. Food Cook. Sci. 20, 219-226.
- Kim KH. 2009. Diagnosis and Treatment of Sodium Balance Disorders. Korean J. Intern. Med. 77, 444-447.
- Kim KS. 2006. Glycolipid Compositions of Some Algae. Bull. Nat. Sci. 11(1), 41-46.
- Kim YM, Do JR, In JP and Park JH. 2005. Angiotension converting enzyme (ACE) inhibition activities of Laver(*Porphyra tenera*) protein hydrolysates. Korean J. Food Nutr. 18, 11-18.
- KNS (The Korean Nutrition Society). 2015. Dietary reference intake for Koreans. The Korean Nutrition Society, KNS, Korea.

- Ko JH, Kwak BM, Ahn JH and Jeon TH. 2008. Development of a method for detecting Iodide and Chloride ions in infant formula using an ion selectivity electrode. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 28, 301-305.
- Lee HS and Min HS. 2011. Iodine intake and tolerable upper intake level of Iodine for Koreans. Korean J Nutr 44, 82-91.
- Lee JS, Lee MH and Koo JG. 2010. Effects of porphyran and insoluble dietary fiber isolated from laver, *Porphyra yezoensis* on lipid metabolism in rats. Korean J. Food Nutr. 23, 562-569.
- Limin, L., X. Feng and H. Jing. 2006. Amino acids comparison difference and nutritive evaluation of the muscle of five species of marine fish, *Pseudisciaena* (large yellowcroaker), *Lateolabax japonicus* (common sea perch), *Pagrosomus major* (red seabream), *Seriola dumerli* (Dumeril's amberjack) and *Hapalogenys nitens* (black grunt) from Xiamen Bay of China. Aqua. Nutr. 12, 53-59.
- Matkovic V, Goel PK, Badenhop-Stevens NE, Landoll JD, Li B, Ilich JZ, Skugor M, Nagode LA, Mobley SL, Ha EJ, Hangartner TN, Clairmont A. 2005. Calcium supplementation and bone mineral density in females from childhood to young adulthood; a randomized controlled trial. Am J Clin Nutr 81(1), 858-863.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2014. Food Code. Korea.

- MOF(Ministry of Oceans and Fisheries). 2015. Statistical yearbook Oceans and Fisheries, MOF, Korea.
- MOHW (Korean Ministry of Health & Welfare). 2014. National Health and Nutrition Survey Database, MOHW, Korea.
- Mok JS, Lee TS, Son KT, Song KC, Kwon JY, Lee KJ and Kim JH. 2011. Proximate composition and mineral content of Laver *Porphyra yezoensis* from the Korean Coast. Korean J. Fish Aquat. Sci. 44, 554-559.
- P. Ruperez. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. Food Chemistry 79, 23-26.
- Pyo SJ, Lee SM and Joo NM. 2010. Optimization of germinated brown rice cookie prepared with (*Lamina longissima*) Sea tangle powder. Korean J. Food Cook. Sci. 26, 617-626.
- Seo HY and Jung BM. 2007. Comparative study of food components and sensory properties of common *Porphyra yezoensis* and functional *Porphyra yezoensis*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36, 1314-1319.
- Weaver CM. Calcium. In: Bowman BA, Russel RM, editors. Present knowledge in nutrition, 9th Edition. Washington DC: International Life Science Institute press; 2006. 373-382.
- Zheng Xue. 2012. Seasonal variation of nutrients in Sea tangle cultured from Busan and Wando Area. M. S. Thesis, Chonnam National University, Chonnam, Korea.

## 감 사 의 글

먼저 학부와 석사과정 동안 학문적 지식뿐만 아니라 많은 관심과 사랑으로 지도해주시고 이끌어주신 조영제 교수님께 감사의 말씀 드립니다.

논문발표와 심사과정 중 조언을 아끼지 않으시고 세세한 부분까지 교열해주신 안동현 교수님과 심길보 박사님께 진심으로 감사드리며 학부와 대학원 과정에서 진정한 학문의 길을 가르쳐 주신 김선봉 교수님, 양지영 교수님, 이양봉 교수님, 전병수 교수님, 김영목 교수님께도 감사드립니다.

바쁘신 와중에도 시간 내주셔서 관심과 조언을 아끼시지 않았던 김태진, 임치원, 민진기, 김병주, 정호진, 김윤철, 박철윤, 여혜경, 김지연, 최윤석, 편성식, 정규석, 김용훈, 석진욱, 김기동, 이영철, 손해곤 선배님을 비롯한 모든 수산가공실험실 선배님들께 늘 감사드린다는 말 전하고 싶습니다. 5년간의 실험실 생활에서 함께 했던 이흥희, 정민홍, 정우영, 한정엽, 곽효준, 황재열, 이태관, 최우석, 김상원, 김병조, 양경오, 김선규 선배와 강세진, 김수민, 이윤영, 문소현, 배가영 언니에게 감사드리며 석사 생활동안 따뜻한 말씀과 관심을 아낌없이 주신 김보경, 계현진 언니에게도 감사드립니다. 부족한 동기면서 선배지만 믿고 따라준 유웅성, 김혜림, 오평환, 조은수, 차중훈, 이성규, 최은정, 최가람, 김지원, 황승진, 우민정, 이소현, 전회원, 신예승, 석사 생활동안 힘든 일, 즐거운 일 함께 겪은 서태룡, 정연겸 선배 그리고 수산가공실험실에서 만난 평생 친구이자 내 동기 손세희에게 감사함을 전합니다. 또한 석사생활동안 걱정해주고 힘내라고 응원해준 민아언니, 신국선배, 찬이선배, 홍엽선배, 지영이언니, 연진이언니, 수지, 송희에게도 감사의 마음을 전합니다. 항상 뒤에서 묵묵히 내편이 되어준 미경이, 한별이, 희수, 목소리만 들어도 기분 좋아지고 든든한 정은이, 민정이에게도 고맙다는 말 전하고 싶습니다.

마지막으로 제일 가까이에서 할 수 있다고 응원해주는 사랑하는 우리 가족. 언제나 잘한다고 웃어주시는 할머니, 부족하고 걱정 많은 딸이지만 내색 않고 믿어주시는 부모님, 고민해결사 동생 훈재에게 정말 사랑하고 믿어줘서 감사하다고 전하고 싶습니다. 그리고 이 논문을 보면 가장 좋아했을 외삼촌께도 감사의 마음 전합니다. 이렇게 항상 감사한 마음을 새기면서 제가 살아온 길을 돌아봤을 때 후회 없고 부끄럼 없는 발전된 사람이 될 수 있도록 노력하겠습니다.