

미역의 부위별 무기성분 및 알긴산 함량에 관한 연구

이연정

경주대학교 외식조리과

(2004년 10월 14일 접수)

A Study on Mineral and Alginic acid Contents by Different Parts of Sea Mustards(*Undaria pinnatifida*)

Yeon-Jung Lee

Department of Food service management and Culinary, Gyeongju University, Korea

(Received October 14, 2004)

Abstract

This study was conducted to examine the proximate composition, alginic acid and mineral contents and the types of calcium and magnesium in the parts(frond, stipe, sporophyll) of sea mustards. Carbohydrates and the crude fat was the highest in sporophyll. The contents of alginic acid were 25.9~32.2%. Total alginic acid(32.2%) and insoluble alginic acid in water(27.7%) was the highest in sporophyll. Calcium and magnesium was the highest in frond. Phosphorous, potassium and sulfur was the highest in sporophyll. Iron, zinc and mangane was the highest in frond. Ca/P ratio in frond and stipe was about 1.7~1.8 : 1 levels. Calcium and magnesium soluble in sodium chloride was the highest in sea mustards. Calcium and magnesium soluble in water was the highest in frond. Calcium and magnesium soluble in hydrochloric acid was the highest in sporophyll.

Key Words : sea mustard, proximate composition, alginic acid, mineral

I. 서 론

최근 경제 수준의 향상과 서구화된 식생활로 각종 성인병과 비만이 증가하면서 이들 질병을 예방하기 위한 기능성 식품으로 지질과 같은 열량원으로서의 가치는 적은 반면에 점질 다당류 식이섬유인 알긴산을 비롯한 칼륨, 칼슘, 인, 철, 타우린 등의 생리활성 물질이 풍부하게 함유되어 있는 식품으로 미역, 다시마와 같은 해조류에 대한 관심이 새롭게 부각되고 있다^{1,2)}.

미역(*Undaria pinnatifida*)은 칼슘을 비롯한 인체

에 필요한 40여종의 무기질, 식이섬유, DHA, 리놀산, 비타민 등이 풍부한 강한 알칼리성의 건강식품으로^{3~7)} 특유의 색과 기호성이 강한 풍미, 독특한 씹힘성을 가지고 있어 우리나라에서는 미역을 주로 국거리로 이용하거나 다양한 조리 형태로서 즐겨 애용해 왔고 특히 출산 후 산모의 회복을 위해서는 필수 식품으로 여겨고 있으며 우리의 식생활방식으로는 쉽게 매우 많은 양을 섭취하는 것이 가능하다고 할 수 있다.

미역의 성분은 당질(건조품의 30~50%)이 가장 많고 다음으로 단백질(건조품의 10~30%), 무기질

(전조품 10~40%), 비타민이라고 보고^{6,7)}된다.

미역에 들어 있는 점질 다당류인 알긴산(alginic acid)은 중금속 및 방사능 물질의 체외 배출, 콜레스테롤 침착 방지, 변비 예방 및 비만 방지효과와 더불어 혈압을 낮추며 당뇨 예방, 항암 효과가 크다는 연구보고⁸⁻¹³⁾가 있다.

또한 미역에는 칼슘을 비롯한 칼륨, 인, 철, 나트륨, 마그네슘, 요오드 등의 무기질이 풍부하다. 인간에게 있어 무기질의 주요 역할은 뼈와 치아의 형성 및 유지(Ca, Mg), 근육, 신경의 균형 조절(Na, K), 산소 운반과 에너지 대사(Fe), 세포의 삼투압 조절, 효소의 활성화 등 미량이면서도 인체에는 불가결한 물질이고 부족 시에는 장애를 초래한다^{14,15)}고 보고되는데 미역의 섭취를 통해 뼈와 치아 등을 견고하게 함은 물론 근육, 장기, 피부, 혈액 등 신체의 건강 유지와 몸의 기능조절에도 커다란 도움을 주게 된다. 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등이 풍부한 미역은 강한 알칼리성 식품으로서 고기, 생선, 달걀 등의 산성식품을 섭취로 인한 체액의 산도를 중화시키는데 가장 효율적인 식품이라고 한다¹⁶⁾. 인체의 체액은 pH 7.4의 약알칼리성의 상태일 때가 가장 바람직하지만 우리의 식생활은 곡류 중심이고 최근에는 육류와 가공식품의 섭취가 증가됨으로서 체질이 산성화되기 쉬우므로 알칼리성 식품인 미역을 많이 섭취하는 것은 체액의 균형유지에 매우 필요하다고 본다.

한편 식품 중의 칼슘과 마그네슘은 다른 성분과 결합하고 있는 것과 유리상태로 존재하는 것이 있으며 그 가운데에는 유리된 상태와 단백질이나 펩틴과 결합하고 있는 것은 소화 흡수되기 쉽지만 인산이나 수산과 결합하고 있는 것은 소화 흡수되기 어렵다고 보고¹⁷⁾된다. 따라서 미역중의 칼슘, 마그네슘의 존재형태를 검토해 보는 것은 칼슘의 흡수라는 면에서는 매우 중요한 것이라 생각된다.

이와 같이 미역이 알긴산, 무기질 등 건강에 필요한 영양소가 많고 그 기능성에 대한 중요성이 인식되고 있는바 우리나라 미역에 대한 다방면의 다양한 연구가 필요하다고 여겨진다. 미역에 대한 알긴산이나 무기질 등의 여러 가지 영양성분이 이미 보고 되었지만 우리나라의 미역을 부위별로 구분하여 보다 구체적으로 미역에 대한 일반성분이나 알긴산함량, 무기성분 등을 분석한 연구는 찾아보기

힘든 실정이다.

이에 본 연구는 우리 미역의 식품영양학적 가치와 기능성 식품으로서의 활용가치를 모색하여 그 섭취이용을 확대시키고자 국내 연안의 미역을 3개의 부위로 구분하여 부위별 일반성분, 알긴산 함량 및 무기질 함량(다량무기질, 미량무기질)을 분석하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 미역(*Undaria pinnatifida*)은 2001년 2월에 전라남도 완도군 양식장에서 채취하여 통상적인 건조방법에 따라 일건시켜 건조시킨 다음, 우리 일상생활에서 흔히 분리하여 가공 또는 식용되는 주된 3개의 부위 즉, 잎에 해당하는 엽상부(frond), 미역뿌리와 연결되어 미역귀라고 불리는 포자엽(sporophyll), 엽상부와 포자엽을 이어주는 줄기(中肋, stipe)의 3개 부위로 구분하여 시료로 사용하였다. 각 부위별 시료는 분쇄기로 분쇄하여 표준 100 mesh를 통과시켜 분석용 시료로 사용하였다.

2. 일반성분

일반성분은 AOAC방법¹⁸⁾에 따라 수분 함량은 105°C상압 가열 건조법, 조회분은 550°C 직접 회화법, 조단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet 법으로 분석하였다.

3. 알긴산 함량 측정

알긴산은 Nishide 등¹⁹⁾의 방법에 준하여 시료 1.5 g을 건물무게 1 g당 약 50 mL의 물에 반복 추출한 (흡인여과) 후 이 추출액에 염산으로 pH 2로 조절하고 20 의 항온조에 하루 방치하여 알긴산을 침전시킨 나음 미리 칭량하여 둔 여지로 알긴산을 흡인여과하고 침전물을 99% 에탄올, 에틸에테르로서 차례로 세척, 탈수하여 말린 후 건물 중량을 얻는다. 이것을 수용성 알긴산 분획으로 하였다. 위에서 물에 반복 추출한 후의 남은 잔사는 건물무게 1 g당

약 50 mL의 3% 탄산나트륨용액으로 반복 추출하고 추출액을 pH 2로 하여 20°C의 항온조에 하루 방치하여 위와 똑같은 방법으로 하여 건물 중량을 얻는다. 이것을 불용성 알긴산 분획으로 하였다.

$$\text{알긴산 함량} = \frac{\text{수용성, 불용성 알긴산 무게}}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

$$\text{g\%}(D.W.)$$

4. 무기성분 함량 측정

무기성분은 시료를 550°C에서 20시간 회화한 후 이것을 6 N HCl과 1% LaCl₃으로 녹인 후 ICP(Inductively Coupled Plasma atomic emission spectrometer, PERKIN ELMER OPTIMA 3000, USA)를 사용하여 분석하였다.

사용한 기기 및 분석 조건은 <Table 1, 2>와 같다. 각 무기성분 함량은 표준시료를 사용하여 작성한 검량선에 의하여 각 시료의 농도(C)를 측정한 다음 아래의 식으로 구하였다.

$$\text{무기성분 함량(mg/100 g)} = C \times 25 \times \alpha \times 1/S \times 1/1000 \times 100$$

<Table 1> ICP conditions for mineral determination

R.F. generator	PERKIN ELMER OPTIMA 3000, 40.68 MHz.
R.F. power	1.3 KW
Plasma torch	Quartz glass torch
Peristaltic pump	Gilson Miniplus 2, Ten Rollers
Nebulizing system	GemTip Cross-Flow Pneumatic Nebulizer
Argon gas flow rate	Carrier gas 1.1 L/min Coolant gas 15 L/min Plasma argon gas: 15 L/min Auxiliary argon gas: 0.5 L/min Nebulizer argon gas: 0.8 L/min

<Table 2> Wavelength of elements for ICP determination

Elements	Wavelength	Elements	Wavelength
Ca(II)	317.933	Fe(II)	238.204
P(I)	213.618	Zn(I)	213.856
Mg(II)	279.079	Mn(II)	257.610
K(II)	766.491	Co(I)	228.616
Na(I)	589.592	Cr(II)	205.560
S(I)	180.669	Al(II)	308.215

C = 시료 1 mL당 각 무기성분의 함량(μg)

S = 시료 채취량(g)

α = 측정시의 희석배율

25 = 검액조제시의 희석배수

5. 칼슘과 마그네슘의 존재형태 분석

칼슘과 마그네슘의 존재형태를 조사하기 위하여 Nishide 등¹⁹⁾의 방법에 준하여 액체질소를 사용하여 마쇄한 시료 1~5 g을 채취하여 물 20 mL를 가하였다. 이것을 실온에 1시간 방치한 후 3,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 여과하고 잔사에 다시 물 10 mL를 가하여 잘 섞어 실온에서 30분간 방치한 후 다시 원심분리하였다. 이러한 과정을 반복하여 얻은 여액을 모아 증류수로서 50 mL로 정용하여 물에 가용성 분획(Fraction I(F-I)) : 유리된 것, 수산을 제외한 유기산과 결합한 것)으로 하였다. 다음은 F-I에서의 잔사에 1 N NaCl을 가하여 F-I와 같은 과정을 반복하고 그 여액을 소금물 가용성 분획(Fraction II(F-II)) : 단백질, 펩타드와 결합한 것)으로 하였다. 이 F-II의 잔사에 2% 초산을 가하여 얻은 여액을 초산가용성 분획(Fraction III(F-III)) : 인산과 결합한 것)으로 하였다. 다시 5% 염산을 사용하여 F-III의 잔사로부터 칼슘을 추출한 것을 염산 가용성 분획(Fraction IV(F-IV)) : 수산과 결합한 것)으로 하였다. 4종류의 분획을 추출한 후 남은 잔사는 (Fraction V(F-V)) : F-I~F-IV 이 외의 것)로 하였다. F-I~F-IV의 추출액은 각각 2 mL씩. F-V(잔사)는 전부를 도가니에 넣고 20시간 회화한 후 Ca과 Mg을 분석하였다. 각 분획에서 정량된 칼슘과 마그네슘은 각각 다음과 같이 분류된다.

6. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 시료간의 차이는 SPSS program을 이용하여 평균, 표준편차 등을 구하였고, 동일 집단군의 평균값에 대한 Duncan의 다중비교를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

건미역의 일반성분은 <Table 3>에서 보는 바와 같이 탄수화물이 40.7~46.3%, 조회분이 26.5~39.0%, 조단백질이 7.6~18.3%, 수분이 7.4~10.5%, 조지방이 1.4~4.2%로 식품성분표의 결과와 비슷한 결과를 나타냈으며²⁰⁾, 탄수화물, 조회분, 조단백질이 비교적 많은데 비해 조지방은 매우 적었다. 특히 주목할만한 점은 곡류, 육류, 어패류, 채소 등 상용식품의 회분 함량이 10%이하인 데에 반해, 미역의 조회분량은 26.5~39.0%로 대단히 많아 무기질의 좋은 급원임을 알 수 있었다.

부위별로 보면 수분 함량은 엽상부가 10.5%로 가장 많았고 그 다음은 줄기가 8.9%, 포자엽이 7.4%의 순이었다. 특히 미역귀에 해당하는 포자엽 부위는 엽상부에 비해 32%나 낮은 수분 함량을 보였다. 탄수화물은 포자엽이 46.3%로 가장 많았고 그 다음은 줄기가 43.1%, 포자엽이 40.7%의 순이었다. 조단백질은 엽상부가 18.3%, 포자엽이 15.6%로 대체로 많은 반면에 줄기에는 7.6%로 엽상부나 포자엽의 질반도 미지지 못하는 함량이었다. 조지방은 포자엽이 4.2%로 엽상부(1.4%)나 줄기(1.4%)보다 3배 가량 많은 함량을 나타내었다. Choi 등²¹⁾은 미역의 부위별 조지방 함량 연구에서 엽상부는 3.4%, 줄기는 2.5%, 포자엽은 4.6%로 포자엽 부위가 가장 높고 줄기부위가 가장 낮았다고 보고하여 본 연구와 비슷한 경향이었다. 조회분은 줄기가 39.0%로 엽상부(29.0%)나 포자엽(26.5%)보다 훨씬 많았다. Ito 등²²⁾은 미역의 생육단계별, 부위별, 생육환경별 회분 함량을 보고하였는데 어린 미역일수록 회분 함량이 많고 부위별로는 줄기가 엽상부나 포자엽보다 많았다고 하여 본 조사와 비슷한 경향이었다.

2. 알긴산 함량

미역의 알긴산 함량은 <Table 4>에서 보는 바와 같이 25.9~32.2%이었고 이중에서 수용성 알긴산이 4.5~10.1%, 불용성 알긴산이 17.9~27.7%로서 불용성 알긴산이 수용성 알긴산에 비해 모든 부위에서나 많이 함유되어 있었다.

부위별 알긴산 함량은 포자엽이 32.2%로 가장 많았고 그 다음은 엽상부가 29.9%이었고, 줄기가 25.9%로 가장 낮은 함량을 보였다. 수용성 알긴산 함량은 엽상부가 10.1%로 가장 많았고 그 다음은 줄기가 8.1%, 포자엽이 4.5%의 순이었다. 불용성 알긴산의 함량은 포자엽이 27.7%로 가장 많았고 그 다음은 엽상부가 19.8%, 줄기가 17.9%의 순이었다. 특히 포자엽에는 불용성 알긴산이 수용성 알긴산보다 6배 많았고 엽상부나 줄기에 비해 10%이상 많은 함량을 보였다. 이와 같이 미역에 많은 알긴산은 비만의 예방^{8,9)}, 혈액 중의 중성지질과 콜레스테롤의 억제¹⁰⁾, 스펀지 효과에 의한 농약이나 중금속¹¹⁾, 그리고 발암성분의 체외 배설 등 여러 가지 효과^{12,13)}를 나타내는 것으로 보고하고 있으므로 미역을 상용하는 것은 식생활을 통한 성인병 예방 등의 건강을 지키는 매우 바람직한 방향이라 하겠다. 한편 알긴산은 물에 넣으면 흐물흐물해지는 성질이 있으며 무기질과 결합해서 존재하고 물에 용해되는 수용성과 용해되지 않는 불용성의 2종류가 있다. 물에 용해되는 수용성 알긴산에는 칼륨과 결합한 알긴산 칼륨이 많고 물에 불용성인 불용성 알긴산은 알긴

<Table 4> Alginic acid contents in various groups of dried sea mustards of different parts % (D.W.)

Parts	Types of water soluble		Total
	Soluble	Insoluble	
Frond	10.07	19.83	29.90
Stipe	8.05	17.88	25.93
Sporophyll	4.45	27.71	32.16

<Table 3> Proximate compositions of dried sea mustards of different parts (%)

Parts	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrates
Frond	10.54	18.30	1.44	29.04	40.68
Stipe	8.93	7.64	1.35	39.01	43.07
Sporophyll	7.39	15.61	4.19	26.52	46.29

산칼슘으로 존재하는 경우가 많아 불용성 알긴산의 칼슘 이용을 위한 방안이 요구된다고 본다. 이와 관련하여 미역을 식초에 담가 두면 불용성 알긴산 중의 칼슘이 식초에 녹아 나와 이것을 먹으면 칼슘의 체내 흡수 이용률을 높일 수 있다는 보고¹⁷⁾가 있으므로 이에 관한 보다 깊은 연구가 필요하다고 본다.

3. 다량 무기성분 함량

미역의 부위별 다량 무기성분의 함량은 <Table 5>에서 보는 바와 같이 건물중량 100 g당 나트륨이 6130.2~6507.2 mg, 칼륨이 3023.6~4508.0 mg, 마그네슘이 615.5~1269.8 mg, 황이 486.3~1287.4 mg, 칼슘이 563.5~883.6 mg, 인이 436.4~680.5 mg으로 나트륨이 가장 많고 인이 가장 낮은 함량을 나타내었다.

부위별 다량 무기성분 함량을 건물중량 100 g당 칼슘의 함량은 엽상부(883.6 mg)>줄기(785.5 mg)>포자엽(563.5 mg)의 순으로 많았고 특히 엽상부가 포자엽보다 1.5배 이상으로 많이 함유하였다. 이와 관련하여 Ito²²⁾ 등은 미역의 부위별 칼슘 함량이 엽상부>줄기>포자엽의 순으로 많다고 보고하였는데 본 연구 결과와 비슷한 경향이었다. 최근 보고된 국민 영양조사²³⁾에 의하면 우리 국민의 칼슘 섭취량은 필요량에 많이 부족된다고 한다. 더욱이 남녀 모두 40~50세부터 일정한 비율로 뼈가 손실되고 폐경 직전과 그 후의 기간 약 10년간 여성에게 있어서 뼈의 손실은 남성보다도 더 급격하다고 한다^{24,25)}. 따라서 칼슘이 부족한 우리나라 사람들에게 칼슘이 풍부한 미역은 권장할 만한 식품이고 특히 40~50대 중년 여성의 적극 섭취해야 할 것으로 여겨진다. 특히 미역의 부위 중에는 엽상부를 섭취하는 것이 골다공증 예방에 효과가 좋을 듯하다. 인의 함량은 포자엽(680.5 mg)에 가장 많이 함유되어 있었으며 엽상부(519.7 mg)나 줄기(436.4 mg)보다 2~3배 가량 많았

다. 인은 칼슘과 결합하여 골격과 치아를 구성하고 산-염기 평형 조절, DNA, RNA등 핵산, 인지질의 구성 등 여러 가지 기능을 수행하므로²⁶⁾ 성장기 어린이들에게 미역의 포자엽(귀) 부위를 섭취할 수 있도록 튀각 외에도 다양한 요리법의 개발이 필요하다고 사료된다. 마그네슘은 칼슘과 마찬가지로 엽상부(1269.8 mg)>줄기(889.4 mg)>포자엽(615.5 mg)의 순이었고 엽상부가 포자엽의 2배 많은 함량이었다. 마그네슘은 뼈의 구성, ATP와의 복합체로써 에너지를 필요로 하는 반응에 필수적으로 요구되어 체내에서 일어나는 수많은 생화학적 또는 생리적 과정 조절²⁷⁻²⁹⁾에 필수물질로 알려져 있어 에너지 대사량이 많이 요구되는 사람들은 미역의 엽상부를 즐겨먹는 것도 좋다고 사료된다. 칼륨은 포자엽(4508.0 mg)과 줄기(4250.9 mg)가 엽상부(3023.6 mg)보다 많이 함유된 것으로 조사되어 칼륨의 결핍증으로 나타난다고 보고³⁰⁾되는 고혈압, 혀약증, 식욕부진, 오조, 무관심, 불안, 이상행동 등의 증상이 있는 사람들은 미역의 잎에 해당하는 엽상부 보다는 미역 귀인 포자엽과 줄기 부위를 즐겨 먹는 것이 좋다고 사료된다. 나트륨의 함량은 6130.2~6507.2 mg의 범위였고 다른 다량 무기질에 비해 상대적으로 부위별 함량의 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 나트륨의 과잉 섭취로 인한 급성 독성은 문제되지 않으나 만성적인 경우 나트륨에 예민한 사람은 고혈압을 유발한다고 보고³¹⁾되므로 고혈압 환자가 미역을 요리해서 먹을 때는 수침을 통해 염분을 어느 정도 제거하거나 조리과정에서 나트륨의 침가량을 적게 하는 요령이 요구된다고 사료된다. 하지만 보통 사람인 경우, 미역의 나트륨 제거를 염려하지 않아도 된다고 여겨지며 실제 자연식품에 함유된 나트륨은 식품을 통해 섭취하는 나트륨의 약 10%에 지나지 않으며, 약 15%는 조리과정에서 짠맛을 내기 위하여 첨가된 나트륨이고, 약 75%는 식품의 가공과정 중

<Table 5> Macro-element mineral contents in dried sea mustards of different parts

mg%(D.W.)

Parts	Ca	P	Mg	K	Na	S	Ca/P
Frond	883.6±12.9 ^{a1)}	519.7±42.8 ^b	1269.8±52.3 ^a	3023.6±111.6 ^b	6211.4±84.5 ^{ab}	763.7±19.1 ^b	1.7
Stipe	785.5±11.3 ^b	436.4±29.4 ^b	889.4±16.1 ^b	4250.9±61.7 ^a	6507.2±164.3 ^{ab}	486.3±16.3 ^c	1.8
Sporophyll	563.5±12.3 ^c	680.5±65.3 ^a	615.5±46.8 ^c	4508.0±342.6 ^a	6130.2±226.3 ^b	1287.4±64.9 ^a	0.8

¹⁾ Mean in a column followed by the same letter are not significantly different($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

에 첨가된 나트륨이라고 보고³²⁾되므로 조리과정이나 가공과정 중의 나트륨 사용을 줄이는 것이 필요하다고 본다. 황의 함량은 포자엽(1287.4 mg)>엽상부(763.7 mg)>줄기(486.3 mg) 순으로 많았고 특히 포자엽이 줄기의 4배 가량 많은 함량을 나타내었다. 유황은 체내의 모든 세포에 분포되어 있고 체중의 약 0.25%를 차지하는데, 필수 아미노산인 메티오닌과 시스틴으로 작용할 뿐만 아니라 혈액응고와 에너지 전달에 관련된 화합물에도 존재하며 유황을 함유하는 식품들은 체내에서 해독제로 사용되고, 또한 많은 뮤코다당류를 형성하는 데에도 필요하다고 보고²⁶⁾되므로 미역부위중 포자엽을 즐겨 먹는 것도 건강에 좋다고 사료된다.

한편 부위에 따른 칼슘 : 인의 함량 비율은 엽상부는 1.7 : 1, 줄기는 1.8 : 1, 포자엽은 0.8 : 1로 나타나 미역의 엽상부와 줄기에는 칼슘의 함량이 인의 함량보다 많은 반면에 포자엽에는 인의 함량이 칼슘의 함량보다 많다는 것을 알 수 있었다. 칼슘 : 인의 비율과 체내흡수율과 관련한 연구에서 인 섭취량이 칼슘 섭취량에 비해 너무 높으면 칼슘의 흡수를 저해하고 뼈의 손실이 일어났으며 칼슘 : 인의 비율이 2 : 1일 때 칼슘의 이용 및 뼈의 형성이 가장 좋았다는 보고^{33,34)}가 있다. 미역중의 엽상부와 줄기에는 1.7-1.8 : 1의 이상적인 흡수 비율을 갖추고 있어 부식으로서의 칼슘 공급원으로서 활용하다고 사료된다.

4. 미량 무기성분 함량

미역의 미량 무기성분 함량은 <Table 6>에서 보는 바와 같이 건물중량 100 g당 알루미늄이 9.45-16.91 mg, 철분이 3.89-10.45 mg, 아연이 0.85-1.53 mg, 망간이 0.29-0.71 mg, 크롬이 0.10-0.14 mg, 코발트가 0.01-0.02 mg으로 알루미늄, 철분, 아연이 많고

상대적으로 망간, 크롬, 코발트는 극소량이었다.

부위별로 보면 건물중량 100 g당 철분의 함량은 엽상부가 10.45 mg으로 가장 많았고 포자엽은 8.49 mg, 줄기는 3.89 mg으로 가장 낮은 함량을 나타내어 엽상부가 줄기보다 2배 이상 많았다. 한국인의 철 영양상태는 매우 낮아 만성적 빈혈이 많다고 보고^{23,35)}되는데 미역중의 엽상부위를 많이 섭취하는 것이 빈혈예방에 좋을 것이라 사료된다. 아연의 함량은 엽상부(1.53 mg)>포자엽(1.11 mg)>줄기(0.85 mg)의 순으로 엽상부가 줄기보다 2배 많았다. 아연은 60여가지 효소작용과 단백질과 혈산대사에 중요한 역할을 하며 많은 호르몬의 활성화와 면역기능 수행에 영향을 미치고 성장과 생식, 식품이용률, 미각, 시각 기능도 아연이 충분할 때 원활히 수행되며³⁶⁾ 동물의 경우 임신기간 동안에 아연이 결핍되면 선천성 기형을 유발하기도 하고 저생식선증, 왜소증 등이 발생한다고 보고³⁷⁾되므로 임신부는 미역의 엽상부를 먹는 것이 좋을 듯하다. 망간은 엽상부가 0.71 mg으로 가장 많았고 포자엽은 0.48 mg, 줄기는 0.29 mg으로 가장 낮은 함량을 나타내어 철분과 마찬가지로 엽상부가 줄기보다 2배정도 많았다. 해조류중의 망간은 아주 미량 함유되어 있는 것으로 보고²⁶⁾되고 있으며, 계절에 따른 함량의 차이는 없으나 해조가 성장함에 따라 그 함량이 감소되었다는 보고³⁸⁾가 있다. 코발트의 함량은 0.01-0.02 mg정도의 극소량이었으며 부위별 함량의 차이는 나타나지 않았다. 성인의 경우 체내에 코발트는 1.1 mg정도 함유되어 있으며 코발트가 단독으로는 생리적 기능을 갖지 못하고 다만 비타민B12의 구성인자로서의 역할 이외에는 별다른 기능이 알려져 있지 않다고 한다²⁶⁾. 크롬의 함량은 0.10-0.14 mg정도이었으며 부위별 함량의 차이는 나타나지 않았다. 크롬은 인체내에 미량이 널리 분포되어 있지만 쥐에게 크롬 섭취를 심하게 제한하면 성장과 생존에 장애를 일으키

<Table 6> Micro-element mineral contents in dried sea mustards of different parts

Parts	Fe	Zn	Mn	Co	Cr	Al	mg%(D.W.)
Frond	10.45±0.17 ^{a1)}	1.53±0.12 ^a	0.71±0.09 ^a	0.01±0.00 ^a	0.13±0.04 ^a	9.45±0.73 ^c	
Stipe	3.89±0.06 ^c	0.85±0.13 ^c	0.29±0.06 ^c	0.02±0.01 ^a	0.10±0.02 ^a	16.91±0.64 ^a	
Sporophyll	8.49±0.23 ^b	1.11±0.07 ^b	0.48±0.05 ^b	0.01±0.00 ^a	0.14±0.02 ^a	13.95±0.57 ^b	

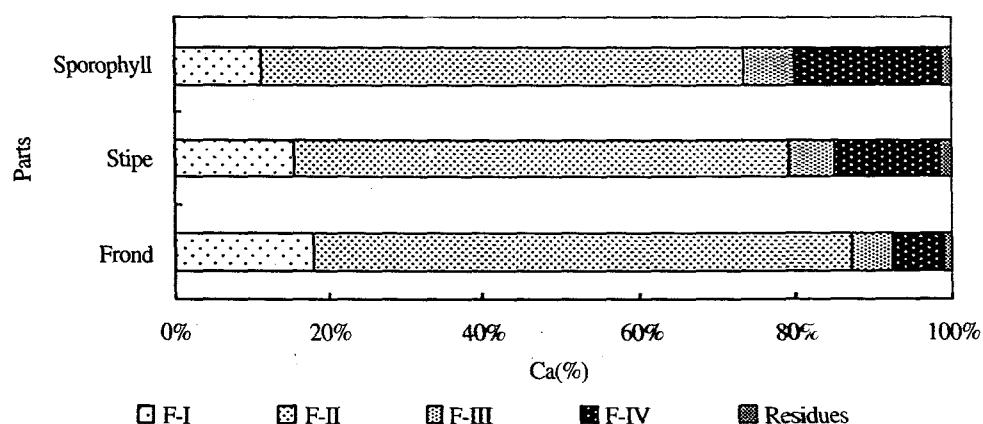
¹⁾ Mean in a column followed by the same letter are not significantly different($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

는 것으로 보고³⁹⁾되고 있어 미량이지만 섭취의 필요성은 있다고 여겨진다. 알루미늄의 함량은 줄기(16.91 mg)>포자엽(13.95 mg)>엽상부(9.45 mg)의 순으로 줄기에 가장 많았다. 알루미늄은 동물체내에 그 함량이 극히 적고 필수성의 여부도 아직 논란이 많으나 다량의 섭취시에는 오히려 중독현상을 나타내기 때문에 염려되는 미량 무기성분으로 이 점에서는 엽상부가 줄기보다는 오히려 좋은 것으로 간주된다. Yamamoto 등³⁹⁾의 연구에 의하면 해조류의 알루미늄 함량은 2.6~570 mg%의 범위였다고 하였으며 본 연구에서는 이와 같은 범주에 속하였다.

6. 칼슘과 마그네슘의 존재형태

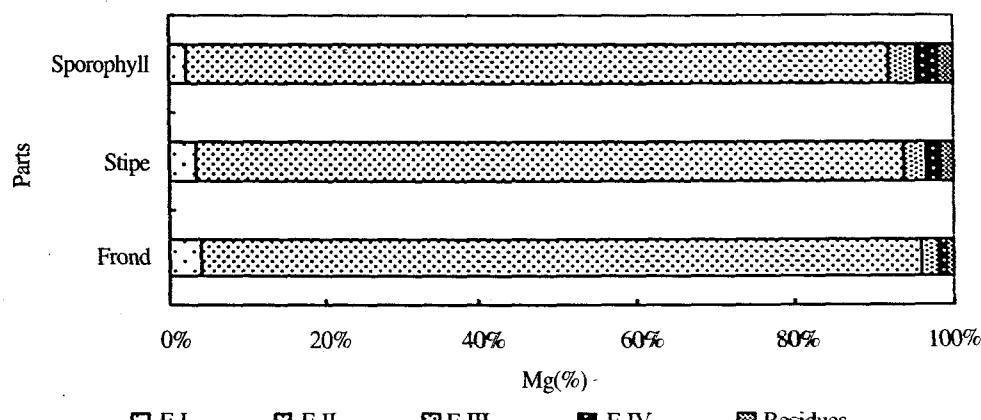
식품중의 칼슘과 마그네슘은 단순한 양적인 함량

뿐만 아니라 어떠한 형태로 존재하는지 그 존재형태에 따라서 체내 이용효율이 상당한 차이가^{17,40)} 있는데 유리상태나 단백질, 펩틴과 결합되어 있는 것은 소화 흡수되기 쉽지만 인산이나 수산과 결합하고 있는 것은 소화 흡수되기 어렵다고 보고된다. 미역의 부위별 Ca와 Mg의 존재형태를 분석한 결과는 <Fig. 1, 2>와 같다. 미역중의 칼슘의 존재형태는 <Fig. 1>과 같이 단백질, 펩틴과 결합한 것(F-II)이 62.1~68.9%로 가장 많았고 그 다음으로 수용성 분획(F-I)이 11.3~18.2%. 수산과 결합한 것(F-III)이 6.8~18.8%였으며 인산과 결합한 것은 5.0~6.4%로 가장 적었다. 부위별로는 물에 가용성인 분획(F-I)은 엽상부(18.2%)>줄기(15.7%)>포자엽(11.3%)의 순으로 많았고 칼슘 섭취에 있어 가장 문제가 되는 수산과 결합한 염산 가용성 분획(F-IV)은 포자엽



<Fig. 1> Contents of Ca types at three different parts of sea mustard

F-I: Ca soluble in water, F-II: Ca soluble in sodium chloride, F-III: Ca soluble in 2% acetic acid, F-IV: Ca soluble in 5% hydrochloric acid



<Fig. 2> Contents of Mg types at three different parts of sea mustard

F-I: Mg soluble in water, F-II: Mg soluble in sodium chloride, F-III: Mg soluble in 2% acetic acid, F-IV: Mg soluble in 5% hydrochloric acid

(18.8%)>줄기(13.7%)>엽상부(6.8%)의 순으로 많게 나타나 칼슘의 체내 소화, 흡수 이용면에서는 엽상부가 가장 좋은 것으로 나타났다. 한편 미역중의 마그네슘의 존재형태는 <Fig. 2>와 같이 단백질, 펩틴과 결합한 것(F-II)이 89.6~92.1%로 대부분을 차지하였고 그 다음으로는 수용성 분획(F-I)이 2.5~3.9%, 수산과 결합한 것(F-IV)이 2.2~3.4%였으며 인산과 결합한 것(F-III)은 1.1~2.9%로 가장 적었다. 부위별로는 체내에서 소화 흡수되기 쉬운 형태인 가용성인 분획(F-I)과 단백질, 펩틴과 결합되어 있는 것(F-II)은 엽상부>줄기>포자엽의 순으로 많았고 흡수가 어려운 수산과 결합한 염산 가용성 분획(F-IV)은 포자엽>줄기>엽상부의 순으로 많이 나타나 칼슘과 마찬가지로 마그네슘도 체내 이용면에서는 엽상부가 좋은 것으로 나타났다.

IV. 요 약

미역을 엽상부, 줄기, 포자엽의 3부위로 구분하여 부위별 일반성분, 알긴산 함량 및 무기질 함량(다량 무기질, 미량무기질)을 분석한 결과, 수분은 엽상부(10.5%)에, 탄수화물과 조지방은 포자엽(탄수화물 46.3%, 조지방 4.2%)에, 조회분은 줄기(39.0%)에 많은 것으로 나타났다. 알긴산 함량은 25.9~32.2%이었고 불용성 알긴산이 수용성 알긴산에 비해 약 2~3 배 많았다. 부위별로는 총알긴산은 포자엽(32.2%)에, 수용성알긴산은 엽상부(10.1%)에, 불용성 알긴산은 포자엽(27.7%)에 가장 많았다. 다량 무기질중 칼슘과 마그네슘은 엽상부(Ca 883.6 mg, Mg 1269.8 mg/100 g D.W)에, 인, 칼륨, 황은 포자엽(P 680.5 mg, K 4508.0 mg, S 1287.4 mg/100 g D.W.)에, 나트륨은 줄기(6507.2 mg/100 g D.W.)에 가장 많았다. 미량 무기질중 철분, 아연, 망간은 엽상부(Fe 10.45 mg, Zn 1.53 mg, Mn 0.71 mg/100 g D.W.)에, 크롬은 포자엽(0.14 mg/100 g D.W.)에, 알루미늄은 줄기(16.91 mg/100 g D.W.)에 가장 많았다. 칼슘:인의 비율은 엽상부와 줄기가 1.7~1.8:1이었다. 칼슘과 마그네슘의 존재형태는 소금물 가용성 분획인 단백질, 펩틴과 결합한 것(Ca 62.1~68.9%, Mg 89.6~92.1%)이 가장 많았고 물에 가용성인 분획(F-I)은 엽상부>줄기>포자엽의 순으로 많았으며, 칼슘

섭취에 있어 가장 문제가 되는 수산과 결합한 염산 가용성 분획(F-IV)은 포자엽>줄기>엽상부의 순으로 많이 나타났다.

■ 참고문헌

- 1) Choi JH., Kim JI, Kim IS, Choi JS, Byun DS, Yoon TH. Dose effect of brown algae(*Undaria pinnatifida*)on inhibitory action of obesity I. Effect on body weight, feed and gross efficiencies, and metabolic body size. Kor. J. Gerontol, 1(2): 168-172, 1991
- 2) Kim SA, Lee KH, Park DK. Pigment Stabilization of Fresh *Undaria pinnatifida* when Treatment with Ashes. Bull. Kor. Fish Soc., 3(2): 120-128, 1970
- 3) Choi JH, Kim IS, Kim JI, Yoon TH. Studies on anti-aging action of brown algae(*Undaria pinnatifida*) 1. Dose effect of alginic acid as a modulator of anti-aging action in serum lipids. Kor. J. Gerontol, 1(2): 173-178, 1991
- 4) Ryu HS, Lee KH. Nitrogen conversion factors and in vitro protein digestibility of some seaweeds. Bull. Kor. Fish. Soc., 15(4): 263, 1982
- 5) Nishino T, Yokoyama G, Dobashi K, Fujihara M, Nagumo T. Isolation, Purification and Characterization of Fucose-Containing Sulfated Polysaccharides from the Brown Seaweed *Ecklonia Kurome* and their Blood-Acticoagulant activities. Carbohydr. Res., 186: 119, 1989
- 6) Kim KH Kim CS. Studies on the manufacture of *undaria pinnatifida*, laver and it's physicochemical properties. Kor. J. Food Sci. Tech., 14: 336-341, 1982
- 7) Sato S, Sato K. Physical properties and alginates of Wakame(*Undaria Pinnatifida*) Fronds. Kaseigaku Kenkyu, 28(7): 463, 1977
- 8) Kim KH, Cheng DJ. Optimum conditions for extracting alginic acid from *Undaria Pinnatifida* and amino acid composition of its extraction residue. Kor. J. Food Sci. Technol., 16(3): 336, 1984
- 9) Watanabe Y. Oral Presentation at the General Meeting of Nippon Dietetical and Food technology Society, 1968

- 10) Takagi K. Seaweeds as Medicine, Advances of Phycology in Japan. Castav Fisher, Jena., 321, 1975
- 11) Skoryna SC, Waldron E, Paul TM. Proc. V Intern. : Seaweed Symp., Pergamon, London, 395, 1965
- 12) Mori H, Nisizawa K. XISS Goteborg, Sweden, 1981
- 13) Sosulski FW, Cadden AM. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *J. Food Sci.*, 47: 1472-1477, 1982
- 14) McCarron DA, Morris CD. Blood pressure response to oral calcium in persons with mild to moderate hypertension. *Ann. Inter. Med.*, 103: 825-831, 1985
- 15) Committee on Diet & Health, NRC. In Diet and Health. National Academy Press, Washington. D. C.: 347-366, 1989
- 16) Sekimoto K, Endo A, Katamine S. Comparison of extraction rates of minerals from Suboshi-, Haiboshi- and Enzo-Wakame(*Undaria Pinnatifida*) during water immersion treatment. *J. Jpn. soc. nutr. Food Sci.*, 39: 67, 1986
- 17) Nishide E, Anzai H, Uchida N. A comparative investigation on water-soluble and alkali-soluble alginates from various Japanese brown algae. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53(7): 1215-1219, 1987
- 18) AOAC. Official Methods of Analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington. D. C., 969: 33, 1994
- 19) Nishide E, Kinoshita Y, Anzai H, Uchida N. Distribution of hot-water extractable material, water-soluble alginate and alkali-soluble alginate in different parts of *Undaria Pinnatifida*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54(9): 1619-1622(in Japanese), 1988
- 20) Rural Development Administration. Food component table. Sang-Rok Publisher, 1996
- 21) Choi SN, Choi KJ. Fatty acid compositions of natural lipids and polar lipids in the parts of Miyeok(*Undaria pinnatifida*). *Korean J. Food & Nutr.* 13(6): 553-557, 2000
- 22) Ito S, Miyoshi T, Hujii M, Imaki M. Changes in the Mineral Contents(Ca, P, I, Fe) of various parts of "Wakame" (*Undaria pinnatifida*) at different growth stages under various environmental conditions. *Bull. Jpn. Nutr. Food.*, 40(4): 307-312, 1987
- 23) Ministry of Health and Welfare. National nutrition investigation report, 1995
- 24) Wasnich RD. Bone mass measurements in diagnosis and measurement of therapy. *Am. J. Med.*, 91(S 5B): 54S-58S, 1991
- 25) Lee JH, Moon SJ, Lim SK, Huh KB. Nutrient intake and bone mineral density in Korean premenopausal women. *J. Korean Nutrition Society*, 25(2): 140-149, 1992
- 26) National Research Council. Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowances. 10th edition., National Academy Press. Washington D.C : 174-194, 1989
- 27) Wester PO. Magnesium. *Am. F. Clin. Nutr.*, 45: 1305-1312, 1987
- 28) Garfinkel L, Garfinkel D. Magnesium regulation of the glycolytic pathway and the enzymes involved. *Magnesium* 4: 60-70, 1985
- 29) Aikawa J.K., : Magnesium, Its Biologic Significance. CRC Press., Boca Raton, Fla.; 1981.
- 30) NRC(National Research Council) Recommended Dietary Allowances 10th ed, National Academy of Science, Washington. D. C: 939, 1977
- 31) Tobian L. The relationship of salt to hypertension. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 2739-2748, 1979
- 32) Sanchez-Castillo CP, Branch WJ, James WP. A test of the validity of the lithium-marker technique for monitoring dietary sources of salt in men. *Clin. Sci.*, 72: 87-94, 1987
- 33) Aviolel LV. Calcium and phosphorus. In Shils ME, Young VR, eds. Modern in Health and Disease 7th ed., Lea & Febiger: 142-158, 1988
- 34) Linder MC. Nutrition and metabolism of the major minerals. In Linder MC, ed. Nutritional biochemistry and metabolism with clinical application, Elsevier, New York: 191-214, 1991
- 35) Ministry of Health and Welfare. National nutrition investigation report, 1994
- 36) Hambridge KM, Casey CE., Krebs NE. In Trace Elements In Human and Animal Nutrition Fifth Edition Vol 2W Mertz ed, New York, Academic Press: 1-37, 1986

- 37) Prasad AS, Halsted JA, Nadimi M. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism, and geothagia. Am. J. Med., 31: 532-546, 1961
- 38) Mishizawa K. Minerals in seaweeds. Up-to-Date Food Processing, 18(8): 29, 1983
- 39) Yamamoto T, Otsuka K, Okamoto K. Character of each element on its distribution in seaweeds. Hydrobiologia: 116-117, 510, 1984
- 40) Ferguson I.B, Turner NA, Bolland EG. Problems in fractionated calcium in plant tissue. J. Sci. Food Agric., 31, 1980