

기장산과 완도산 식용해조류 종의 미네랄 함량

임영근 · 최진석 · 김동수*
한국화학시험연구원, *경성대학교 식품공학과

Mineral Contents of Edible Seaweeds Collected from Gijang and Wando in Korea

Yung-Geun IM, Jin-Seok CHOI and Dong-Soo KIM*
Korea Testing & Research Institute for Chemical Industry, 601-836, Busan, Korea
*Department of Food Science and Technology, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea

Mineral and heavy metal contents were determined in three brown edible seaweeds (sea mustard, *Undaria pinnatifida*; seaweed fusiforme, *Hizikia fusiforme*; sea tangle, *Laminaria japonica*) collected from Gijang and Wando in Korea, and two green seaweeds (sea lettuce, *Enteromorpha prolifera*; green laver, *Monostroma nitidum*) collected from Gijang. Seaweeds contained high proportions of ash (13.8-24.8%) and sulfate (1.08-3.25%). In brown seaweeds, ash contents (24.5-24.8%) were higher than in green seaweeds (13.8-15.2%). The differences of mineral contents were remarkable in both Gijang and Wando and in 5 various kinds of seaweeds. Brown seaweeds contained higher amounts of both macro-minerals (657-13,947 mg/100 g; Ca, Mg, Na, K) and trace elements (0.27-12.98 mg/100 g; Fe, Al, Zn, Mn, Cr, Cu, Ni), and green seaweeds also had relatively higher amounts of both macro-minerals (233-5,279 mg/100 g) and trace elements (0.26-10.61 mg/100 g).

Key word: Edible seaweed, Sulfate, Mineral contents

서 론

최근 들어 건강에 대한 관심이 높아지면서 미네랄의 역할과 대사, 주요 급원 및 효과적 이용법 등, 그 중요성이 대두되고 있다(Mabeau and Fleurence, 1993; Rupérez, 2002). 식품 중에 함유되어 있는 미네랄은 인체를 구성하는 원소일 뿐만 아니라 대사조절 작용 등의 많은 생리 작용과 밀접하게 관계하는 요소이므로 질병의 예방과 건강의 유지증진을 위하여 적절하게 섭취하지 않으면 안 된다(National Research Council, 1989; Linder, 1991).

미네랄의 대표적인 공급원이라 할 수 있는 해조류는 육상식물보다 다종다량의 무기질이 함유되어 있으며(Nisizawa et al., 1989; Indegaard et al., 1991), 특히 해조류는 해수 중에 있는 미네랄 중 특정 원소를 선택해서 축적하는 성질이 있기 때문에 조체 성장 및 생명유지에 필요한 미네랄이 풍부하다(Yamamoto, 1984). 미네랄 가운데 칼슘과 마그네슘은 뼈와 치아의 형성 및 유지, 칼륨과 나트륨은 근육과 신경의 균형조절, 철은 산소 운반, 인은 에너지 대사와 효소의 활성화 등 인체에 매우 중요한 생리기능을 담당하는 불가결한 물질로 부족 시에는 장애를 초래한다(McCarron, 1985; Committe on Diet & Health, 1989).

미네랄이란 유기화합물에 대칭되는 개념의 화학원소로서, 이 가운데 다량미네랄(macro mineral)이란 일반 성인의 경우 인체 내에 5 g 이상 함유되어 있으며, 하루에 100 mg 이상

필요한 미네랄이다. 미량미네랄(micro mineral)이란 일반성인의 경우 5 g 이하 함유되어 있으며, 하루에 1-100 mg 정도 요구된다. 또한 극미량미네랄(trace mineral)이란 정상적인 인체의 발달과 성장에 필요한 매우 적은 양의 화학원소를 말하며 하루에 1 mg 이하 요구되는 것으로, 미량미네랄(micro-mineral)과 혼용해서 사용되기도 한다. 예를 들면 불소, 요오드, 코발트, 몰리브덴, 규소 등은 이에 속한다.

해조류 중의 황산다당류로는 주로 갈조류로부터 얻는 fucoidan과 홍조류로부터 얻는 carrageenan과 agarpectin, 녹조류로부터 얻는 sulfated xyloarabinogalactan, sulfated glucuronoxylorhamnan 등이 있는데, 육상식물에서는 발견되지 않는다(Kloareg and Quatrano, 1988). 이들 해조 황산다당류는 식품공업에 널리 이용되고 있으며, 최근 그 종류에 따라 항종양, 항케양, 항혈액응고, 결합조직형성촉진 및 세포성장, 항바이러스 등 각종 약리기능이 밝혀지고 있어 많은 연구자들이 그 활용 방안에 대하여 주목하고 있다(Yosgizawa et al., 1993; Hurch et al., 1989; Wight et al., 1992; Fleurence, 1999). 해조 식이섬유는 인체 내에서는 소화되지 않기 때문에 해조 황산다당류는 장내세균에 의하여 미미하게 분해되지만 탈황산반응은 거의 일어나지 않으며(Bobin-Dubigeon et al., 1997; Lahaye and Kaeffer, 1997; Michel et al., 1996), 특히 이들 해조 황산다당류는 소화관내에서 황산기와 이온결합을 하고 있어 그 독성은 거의 무해한 것으로 알려져 있다(Mabeau, 1995).

최근 우리 정부에서는 국내주요 농산물과 어류에 대한 중금속 허용기준을 마련할 계획에 있다. 식품 안전성에 논란이

*Corresponding author: kdkim@star.ks.ac.kr

될 수 있는 유해 성분인 다이옥신, 트랜스 지방산 등을 비롯하여 납, 카드뮴, 수은, 비소 등 중금속을 관리대상으로 포함할 방침이라 한다. 특히, 중국산 김치를 비롯한 수입식품의 위해성 논란이 제기되어 식품의약품안전청 주관으로 농림부, 환경부 등 관계부처가 중금속 실태 조사를 실시 중에 있다. 이러한 이유는 유해성분이라 할 수 있는 납, 카드뮴 및 수은과 같은 중금속은 생물체의 필수원소가 아니며, 인체에 장기간 축적되면 심각한 질병을 초래할 수 있기 때문이다.

최근 해조류 중의 미네랄 함량과 중금속 오염에 대한 많은 관심이 대두되고 있으나 이에 관련된 연구는 대부분 단편적으로 보고되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 주요 식용해조류의 적극적인 이용 및 안전성에 관련된 기초적인 자료를 얻기 위하여 국내 대표적 생산지인 전남 완도산과 부산 기장산의 미역, 다시마 및 툇을 비롯한, 기장산 가시파래 및 참홀파래에 대한 황화합물의 함량, 미네랄 및 중금속 함량 등을 분석, 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 갈조류인 미역(sea mustard, *Undaria pinnatifida*), 다시마(sea tangle, *Laminaria japonica*) 및 툇(seaweed fusiforme, *Hizikia fudiforme*) 시료 가운데, 기장산은 기장재래시장에서 신선한 것을 구입, 실험실로 운반하여 수돗물로 2회 가볍게 수세한 후, 음건하여 마쇄한 것을 사용하였으며, 완도산은 해조류 가공업체인 (주)씨라이트(전남 완도군 완도읍 소재)로부터 생시료를 제공받아, 동일한 방법으로 처리하여 사용하였다. 또한 녹조류인 가시파래(sea lettuce, *Enteromorpha prolifera*) 및 참홀파래(green laver, *Monostroma nitidum*)는 기장재래시장에서 구입하여 위와 같은 방법으로 처리한 것이다.

수분 및 회분 함량 측정

수분함량은 상압가열건조법으로, 회분함량의 측정은 건식 회화법으로 각각 측정하였다(AOAC, 1995).

황화합물의 함량 측정

황화합물의 함량 측정은 Rupérez (2002)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 건조된 시료 100 mg을 칭량한 후, 0.1 N-HCl 용액 10 mL를 넣어 105°C로 16시간 동안 환류냉각장치로 가수분해하여 100 mL로 정용한 것 2 mL와 1% BaCl₂ 용액을 첨가하여 spectrophotometer (Shimadzu, UV-1201, Japan)로 420 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 구하였다.

미네랄 및 중금속 함량 측정

미네랄 함량은 KFDA (2002)에 따라 측정하였으며, 시험용액의 조제는 건식분해법에 따라 조제하였다. 즉, 각각의 건조된 시료 1.0 g을 자제도가니에 취하고 예비탄화시킨 후 550±10°C의 온도에서 3시간 가열하여 백색-회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화시켰다. 이 회분을 방냉하여 증류수로 적신

후 염산용액(HCl:D.W.=1:1) 약 10 mL를 가하여 수욕상에서 완전 증발 건조시켰으며, 이 건조물에 염산용액(HCl:D.W.=1:3) 약 20 mL를 가하여 가열 후 식힌 다음 200 mL용 메스플라스크에 여과하였다. 불용물은 여지와 함께 사용했던 회화용기에 옮겨 건조한 후 다시 회화하여, 이 회분을 증류수로 적시어 동일한 방법으로 수욕상에서 가온하고, 여과한 액을 앞의 200 mL용 메스플라스크에 채워 증류수로 정용하여 시험용액으로 하였으며, 고주파 유도결합 플라즈마 방출 분광분석법(Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES)으로 분석하였다 (Table 1).

Table 1. Analysis condition of ICP-AES for mineral and heavy metal contents in edible seaweeds

Mode	OPTIMA 3300 DV (PERKINELMER, USA)
Instrument	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer
Gas	Ar Gas
RF Power	1,500 W
Nebulizer gas flow rate	0.6 L/min
Coolant gas flow rate	15 L/min
Auxiliary gas flow rate	0.5 L/min
Sample uptake	1.5 L/min
Calibration curve	0.1, 0.5, 1.0 ppm 1, 5, 10 ppm
Standard solution	AnApure™ MULTI STANDARD (AnApex Co. Korea)
Internal standard element	AnApure™ Indium, 1,000 ppm (AnApex Co., Korea)

결과 및 고찰

회분 및 황화합물의 함량

시료로 사용한 해조류의 회분 및 황화합물 함량은 Table 2에 나타내었다. 회분 함량의 경우, 미역(엽상부)은 기장산과 완도산이 각각 25.1% 및 24.5%, 다시마는 기장산이 24.5%, 완도산이 24.8%, 툇은 기장산이 28.1%, 완도산이 28.7%로 산지에 따른 차이는 크지 않았으나, 해조류 종류에 따라서는 차이가 있었다. 즉, 툇의 회분함량이 가장 높았으며, 미역과 다시마는 비슷하였다. 녹조류인 가시파래는 13.8%, 참홀파래는 15.2%로 갈조류인 미역, 다시마 및 툇에 비하여 그 함량이 낮았다. 그러나 대부분의 육상식물의 평균 회분 함량이 건물 기준(dry weight)으로 5-10 g/100 g (Rupérez, 2002)이며, 배추(Korean cabbage)의 경우 0.6 g/100 g, 개량종 상치(improved lettuce)의 경우 1.0 g/100 g인 점(RNI, 1991)에 비교하면, 이들 해조류는 회분의 함량이 매우 높다고 할 수 있다.

Cho et al. (1995)은 회분 함량이 기장산 미역은 29.5-46.5%, 다시마는 13.8-18.2%, 툇은 33.1-49.0%으로 해조류 종류, 채취 시기에 따라 차이가 있다고 하였는데, 본 연구의 결과와도 차이가 있었다. 이러한 점은 여러 가지 원인이 있을 것으로

Table 2. Ash and sulfate contents of edible seaweeds

(% , dry basis)

Common name (Korean name)	Scientific name	Collection		Ash	Sulfate
		Area	Month		
Sea mustard* (Miyekok)	<i>Undaria pinnatifida</i>	Gijang	Feb 2004	25.1	1.98
		Wando	Feb 2004	24.5	1.83
Seaweed fusiforme (Tot)	<i>Hizikia fusiforme</i>	Gijang	Feb 2004	28.1	3.25
		Wando	Feb 2004	28.7	3.13
Sea tangle (Dasima)	<i>Laminaria japonica</i>	Gijang	Apr 2004	24.5	1.78
		Wando	Apr 2004	24.8	1.67
Sea lettuce (Gashiparae)	<i>Enteromorpha prolifera</i>	Gijang	Apr 2004	13.8	1.08
Green laver (Chamhotparaee)	<i>Monostroma nitidum</i>	Gijang	Feb 2004	15.2	1.37

*Frond part.

생각하는데, Fleurence와 Le Coeur (1993)는 미네랄 원소의 휘발 및 불용화로 인한 회화과정 중 회분의 손실 오차가 크게 수반될 수 있다는 사실을 보고하고 있다.

한편, 황화합물의 함량은 툃의 경우는 기장산이 3.25%, 완도산이 3.13%로 가장 높았으며, 미역은 기장산이 1.98%, 완도산이 1.83%, 다시마의 경우는 기장산이 1.78%, 완도산이 1.67%로 산지에 따른 차이보다는 해조류 종류에 따른 차이가 더 컸다. Rupérez (2002)은 스페인산 해조류인 미역, 다시마, *Fucus vesiculosus* 등에 대하여 보고한 것을 보면, 미역은 1.43%, 다시마는 1.33%, *Fucus vesiculosus*는 3.75%도 이었다고 한다. 본 실험의 결과로 보아, 툃의 경우 황화합물의 함량이 높게 나타난 점에 주목할 필요가 있다고 생각된다. 해조 황산 다당류들은 건강기능 식품 및 의약품 소재로써 잠재적 이용 가능성이 크기 때문이다.

미네랄 및 중금속 함량

식품 중에 존재하는 미네랄은 무기형태 또는 유기형태로 존재하는데, 칼슘, 인, 마그네슘 등은 뼈와 치아의 주요 구성성분이며, 인, 칼륨, 철, 유황 등은 여러 가지 생리 기능을 갖는 유기 화합물의 구성분이 되고, 근육, 혈액소 등 연조직의 주요 성분이다. 미네랄은 인체내 혈액의 pH를 7.3-7.5 수준으로 유지시키는 완충작용, 소화액 또는 체액의 산성 또는 알칼리성 조절 작용, 체액의 삼투압 조절과 용해성 부여 기능, 근육 및 신경조직의 흥분 및 진정 작용, 대사 관여 효소의 활성화 및 효소 반응의 촉진 작용 등 많은 생리적 기능을 지니고 있다(Gaman and Sherrington, 1990).

이와 같이 영양생리학적으로 다양한 기능을 지닌 미네랄의 공급원으로서 식용 해조류의 이용 가치를 검토하기 위하여 국내 해조류 주요 생산지인 기장산과 완도산 시료에 대하여 미네랄의 함량을 조사하였다. 시료 해조류의 다량미네랄 함량을 측정된 결과는 Table 3과 같았다. 갈조류인 미역, 다시마, 툃은 다량미네랄 가운데 칼슘과 나트륨이 각각 5,914-13,947 mg/100 g과 3,810-5,140 mg/100 g, 갈슘과 마그네슘이 각각 657-1,812 mg/100 g과 679-1,054 mg/100 g으로서, 전반적으로 칼슘, 나트륨, 갈슘 및 마그네슘의 순으로 그 함량이 높았다.

기장산 및 완도산의 산지에 따른 차이는 일부 경우를 제외하고는 크지 않았다. 녹조류인 가시파래와 참홀파래는 칼륨, 나트륨 및 마그네슘의 경우는 3종 갈조류와 비슷하였으나, 갈슘의 함량은 갈조류에 비하여 훨씬 낮았다.

이러한 결과는 Cho et al. (1995)의 기장 미역의 칼슘과 나트륨이 각각 3,578-5,249 mg/100 g과 6,539-7,289 mg/100 g이었다는 보고와 비교하면 전반적으로는 비슷한 경향이었으나, 다시마와 툃의 경우에는 상호간의 차이점이 있었다. 또한, Rupérez (2002)이 보고한 스페인산 미역은, 칼륨, 나트륨, 갈슘 및 마그네슘이 각각 8,699 mg/100 g, 7,064 mg/100 g, 931 mg/100 g 및 1,181 mg/100 g으로 갈슘과 마그네슘의 함량을 제외하고는 전반적으로 비슷한 경향이였다.

갈슘 섭취가 부족하면 신경과민, 골연화증, 골다공증, 구루병 등의 증상 나타나며, 어린이 성장 지연의 원인이 되기도 한다. 그리고 갈슘 과잉 섭취로 인한 유해성은 흔하지 않는데, 건강한 정상인의 경우 갈슘을 쉽게 체외로 배출할 수 있기 때문이며, 과도하게 과잉 섭취하면 구토(vormiting), 오심(nausea), 식욕감퇴 증상이 나타나며 신장결석(kidney stone)과도 관련이 있다. 갈슘의 일일 섭취 권장량은 성인 남성의 경우 800 mg으로 알려져 있다. 마그네슘의 일일 섭취 권장량은 성인 남성의 경우 350 mg으로, 결핍되면 신경의 흥분, 영양장애 등이 나타난다. 마그네슘은 엽록소의 성분으로 일반 녹엽식물에 상당량 함유되어 있어 부족현상은 일으키는 경우는 거의 없다. 과잉섭취로 인한 유해성은 흔하지 않으나, 과도하게 섭취하면 설사, 갈증, 저혈압, 구토 등의 증상이 나타난다(Gaman and Sherrington, 1990; Giovannucci et al., 1998).

나트륨은 체액의 산, 알칼리 평형 및 삼투압을 조절하며, 근육의 수축, 신경의 흥분 억제 및 자극 전달에 관여한다. 담즙, 체액, 장액 등의 알칼리성 소화액의 성분이 된다. 결핍 증상은 피부윤색 저하, 권태, 피로, 정신불안 등이며, 성인의 일일 섭취 권장량은 1,100-3,300 mg이며, 과잉섭취하면 고혈압, 심혈관, 심장질환 등의 원인이 된다(FNB, 2004).

칼륨은 세포내액에 주로 존재하며, 결핍시에는 세포 기능저하, 발육부진, 생식력 감퇴, 심장 및 소화 기관이 약화 등의 증세가 나타난다. 성인의 경우 일일 권장량은 1,875-5,625 mg

Table 3. The contents of macro-minerals in edible seaweeds (mg/100 g, dry basis)

Seaweeds	Part	Area	Ca	Mg	Na	K
Sea mustard (Miyeok)	Fronde	Gijang	1,170	879	4,308	5,914
		Wando	1,812	1,054	3,810	6,206
	Stipe	Gijang	1,381	975	5,140	6,057
		Wando	1,214	770	4,382	8,453
Seaweed fusiforme (Tot)	Total	Gijang	657	681	4,006	6,180
		Gijang	1,265	679	5,109	9,877
		Wando	1,102	720	4,714	13,947
Sea tangle (Dasima)	Total	Gijang	1,520	893	4,640	7,138
		Wando	1,402	877	4,531	7,360
Sea lettuce (Gashiparae)	Total	Gijang	233	684	3,428	6,471
Green laver (Chamhotparaee)	Total	Gijang	530	1261	5,546	5,279

Table 4. The contents of trace minerals in edible seaweeds (mg/100 g, dry basis)

Seaweeds	Part	Area	Fe	Mn	Cr	Cu	Zn	Mo	Co	Ni	Al
Sea mustard (Miyeok)	Fronde	Gijang	10.11	0.80	1.97	0.50	2.92	ND*	ND	0.42	2.67
		Wando	9.77	0.49	0.96	0.56	2.29	ND	ND	0.36	2.43
	Stipe	Gijang	8.84	0.79	1.99	0.45	2.60	ND	ND	0.38	1.92
		Wando	9.07	0.65	1.09	0.76	2.56	ND	ND	0.41	1.98
Seaweed fusiforme (Tot)	Total	Gijang	9.04	0.43	1.81	0.68	1.96	ND	ND	0.27	6.71
		Gijang	12.98	0.79	1.51	0.57	1.11	ND	ND	0.35	12.69
		Wando	9.49	0.85	1.78	0.37	1.28	ND	ND	0.34	11.07
Sea tangle (Dasima)	Total	Gijang	12.03	0.78	1.74	0.45	2.02	ND	ND	0.33	4.35
		Wando	12.36	0.71	1.78	0.45	1.88	ND	ND	0.32	4.61
Sea lettuce (Gashiparae)	Total	Gijang	8.99	0.54	2.08	0.61	1.74	ND	ND	0.26	2.75
Green laver (Chamhotparaee)	Total	Gijang	10.61	0.46	1.63	0.41	2.09	ND	ND	0.38	2.04

*Not detectable (<0.10 mg/100 g).

으로, 과잉섭취로 인한 유해성은 흔하지 않지만, 지나치게 섭취하면 신장 손상 및 부신피부호르몬의 하나인 aldosterone의 분비 장애가 일어나며, 비정상적으로 혈중 칼륨농도가 높은 hyperkalemia 현상이 일어나는 것으로 알려져 있다(FNB, 2004).

일일 섭취요구량이 100 mg 이하로 알려져 있는 미량원소의 함량은 Table 4에 나타내었다. 철, 망간, 크롬, 구리, 아연, 몰리브덴, 니켈 및 알루미늄 9종을 분석하였는데, 철이 8.84-12.98 mg/100 g, 알루미늄이 1.98-12.69 mg/100 g, 아연이 1.11-2.92 mg/100 g, 크롬이 0.96-2.08 mg/100 g, 망간 및 구리는 1.0 mg/100 g 이하이었으며, 몰리브덴 및 니켈은 모든 시료에서 검출되지 않았다(0.10 mg/100 g 이하).

철은 다시마 및 톳의 경우가 높은 경향을 보였으며, 다시마의 경우 기장산 및 완도산이 각각 12.03 mg/100 g 및 12.36 mg/100 g, 톳의 경우 기장산 및 완도산이 각각 12.98 mg/100 g, 9.49 mg/100 g이었다. 미역의 경우 엽상부가 근경부보다 약간 높았는데, 엽상부는 기장산 및 완도산의 경우 각각 10.11 mg/100 g 및 9.77 mg/100 g, 근경부는 기장산 및 완도산이 각각 8.84 mg/100 g 및 9.09 mg/100 g, 포자엽은 기장산이 9.04 mg/100 g이었다. 가시파래 및 참흠파래가 각각 8.99 mg/100 g 및

10.61 mg/100 g이었다. Cho 등(1995)은 기장 미역의 경우 철은 5.3-24.6 mg/100 g이었으며, 기장산 다시마의 경우는 3.2-10.3 mg/100 g, 기장산 톳의 경우는 3.2-11.7 mg/100 g으로 채취시기에 따라 차이가 있음을 보고하였다.

철은 hemoglobin 및 myoglobin의 구성 성분이며, 체내 산화, 환원 반응에 관여하는 catalase, peroxidase, cytochrome 등의 효소 성분이며, 철단백질인 ferritin을 형성한다. 식품 중의 철은 여러 가지 형태가 있으나 일반적으로 유기태인 것은 소화되지 않으며, 흡수되지 않으며, 3가의 Fe 이온(Fe³⁺)은 위액의 염산에 의하여 Fe²⁺으로 환원되어 흡수된다. 일일 권장량은 성인 남성은 10 mg, 성인 여성은 18 mg이며, 지나치게 과잉섭취하면 심혈관, 신장, 간, 중추신경 손상 등의 현상이 나타나는 것으로 알려져 있다(Tuckerman and Turco, 1983; Williams, 1985; Gaman and Sherrington, 1990; Gaman and Sherrington, 1990).

알루미늄의 경우 톳이 기장산이 12.69 mg/100 g, 완도산이 11.07 mg/100 g으로 다른 해조류에 비하여 그 함량이 높았으며, 그 다음은 다시마로 기장산 및 완도산이 각각 4.35 및 4.61 mg/100 g이었으며, 기장산 미역 포자엽의 경우 6.71 mg/100 g을 제외하면 그 이외의 해조류에서는 1.92-2.67 mg/

Table 5. The contents of heavy metals in edible seaweeds (mg/100 g, dry basis)

Seaweeds	Part	Area	Cd	Pb	Hg
Sea mustard (Miyeok)	Fronde	Gijang	ND*	ND	ND
		Wando	ND	ND	ND
	Stipe	Gijang	ND	ND	ND
		Wando	ND	ND	ND
Seaweed fusiforme (Tot)	Sporophyll	Gijang	ND	ND	ND
		Gijang	ND	ND	ND
		Wando	ND	ND	ND
Sea tangle (Dasima)	Total	Gijang	ND	ND	ND
		Wando	ND	ND	ND
Sea lettuce (Gashiparae)	Total	Gijang	ND	ND	ND
Green laver (Chamhotparaee)	Total	Gijang	ND	ND	ND

*Not detectable (Cd: <0.10 mg/100 g; Pb or Hg: <0.05 mg/100 g).

100 g 범위이었다. 알루미늄은 지구상에 약 8%를 차지하는 세 번째로 풍부한 원소로서, 토양, 물, 공기 중에 널리 존재하고 있으며, 알루미늄 화합물들은 식품첨가물, 화장품, 의약품, 수질 정화, 페인트 색소 등에 아주 다양하게 이용되고 있다. 건강한 정상인의 경우에는 과잉으로 섭취된 알루미늄에 의한 유해 현상은 흔하지 않는데 이것은 신장에 의하여 아주 빠르게 체외로 배출되기 때문이다. 그러나 신장이 손상된 환자의 경우, 알루미늄은 비정상적으로 체내에 다량 축적될 수 있기 때문에 위험할 수 있으며, Alzheimer's disease는 알루미늄의 체내 과잉 축적과 관련이 있다(Martyn et al., 1989).

아연의 경우 미역의 엽상부와 근경부가 그 함량이 높았으며, 엽상부는 기장산 및 완도산이 2.92 mg/100 g 및 2.29 mg/100 g, 근경부는 각각 2.60 mg/100 g 및 2.56 mg/100 g이었다. 다시마의 경우 기장산 및 완도산이 각각 2.02 mg/100 g 및 1.88 mg/100 g, 툫의 경우는 기장산 및 완도산이 1.11 mg/100 g 및 1.28 mg/100 g이었다. 가시파래와 참홀파래는 각각 1.74 mg/100 g 및 2.09 mg/100 g로 미역보다는 다소 낮았으나 다시마와 비슷하며, 툫보다는 약간 높은 편이었다. 아연은 carbonic anhydrase, carboxypeptidase, lactidehydrogenase의 필수 구성 성분이며, 성인 남성의 경우 일일 권장량은 15 mg으로, 과잉섭취시 나타나는 증상은 구리의 경우와 비슷하다(Tuckerman and Turco, 1983; Williams, 1985; Gaman and Sherrington, 1990).

크롬의 경우 기장산 미역의 엽상부 및 근경부가 완도산보다 함량이 높았으며, 툫은 기장산이 완도산보다 낮았고, 다시마의 경우는 기장산과 완도산이 큰 차이는 없었다. 가시파래는 2.08 mg/100 g으로 가장 높았고, 참홀파래는 1.63 mg/100 g으로 툫과 비슷한 수준이었다. 크롬은 성인 남성의 경우 일일 권장량은 0.05-0.2 mg으로 과잉섭취는 신장 및 간의 손상과 관련이 있다(Tuckerman and Turco, 1983; Williams, 1985; Gaman and Sherrington, 1990).

망간의 경우 기장산 미역의 엽상부 및 근경부는 그 함량이 각각 0.80 mg/100 g 및 0.79 mg/100 g로 완도산보다 높았으며, 툫의 경우는 기장산 및 완도산이 각각 0.79 mg/100 g 및 0.85 mg/100 g로 기장산이 약간 낮았으며, 다시마의 경우는 기장산 및 완도산이 각각 0.78 mg/100 g 및 0.71 mg/100 g으로 서로

비슷한 값을 나타내었으며, 완도산 미역 엽상부 및 근경부, 기장산 미역 포자엽, 가시파래(0.54 mg/100 g) 및 참홀파래(0.46 mg/100 g)는 서로 비슷하였다. 망간의 일일섭취 권장량은 성인 남성의 경우 2.5-5.0 mg으로, 과잉섭취는 간의 손상 및 파킨슨씨병(Parkinson's disease)과 관련이 있다(Tuckerman and Turco, 1983; Williams, 1985; Gaman and Sherrington, 1990).

구리의 경우는 완도산 툫이 0.37 mg/100 g, 가시파래가 0.41 mg/100 g이었으며, 이들 이외의 경우는 0.45 mg/100 g-0.76 mg/100 g 범위이었다. 구리는 성인 남성의 경우 일일 권장량은 2-3 mg으로 유해 현상은 흔하지 않으나, 과잉섭취하면 복(abdominal pain), 설사, 오심, 구토 등의 현상이 나타난다(Tuckerman and Turco, 1983; Williams, 1985; Gaman and Sherrington, 1990).

니켈의 경우는 모든 시료에서 0.26-0.42 mg/100 g 수준이었으며, 시료간의 차이는 크지 않았다. 니켈의 생리적 기능은 잘 밝혀져 있지 않으나, metalloenzyme의 cofactor이며, 성인의 경우 일일 섭취량이 1.0 mg까지는 안전한 것으로 알려져 있다(Tuckerman and Turco, 1983; Williams, 1985; Gaman and Sherrington, 1990). 한편, 폴리브덴 및 코발트 및 유해 중금속으로 알려져 있는 납, 카드뮴, 수은 등은 검출한계 이하이었다.

Noda (1983)는 일반적으로 해조류 중의 미네랄 함량은 생산지와 채취시기별에 따라 상당한 차이를 보인다고 하였다. 본 실험의 결과와 Cho et al. (1995)과 Rupérez (2002)의 결과가 차이를 보이는 것도 이러한 요인을 비롯한 해조류 서식환경 변화 등에 따른 영향도 있을 것으로 생각된다. Holford (1999)는 1939년과 1991년의 동일 식물 중의 미네랄 함량을 비교하면 1991년 시료들의 미네랄 함량이 평균적으로 약 22% 정도 더 낮았으며, 이러한 원인은 일부 분석법이 개선된 점도 있지만 환경변화의 영향 즉, 과잉경작(overfarming)에 의한 토양 중의 미네랄 함량 손실이 그 주요 원인이라고 지적하고 있다. 예를 들면 질소, 인, 칼륨 등의 비료 사용으로 인하여 식물의 성장이 빠르게 촉진되는데, 인(phosphate) 비료의 경우 아연과 같은 미량미네랄의 식물체내 축적을 훨씬 더 어렵게 한다는 것이다. 이상과 같은 점으로 미루어 보아, 해조류는 다양한 미네랄을 풍부하게 지니고 있어 미네랄 공급원으로서의 가치

가 크며, 주요 식용 해조류의 미네랄에 대한 지속적인 모니터링 및 조사 연구가 필요하다고 생각된다.

사 사

이 논문은 2004학년도 경성대학교 학술지원연구비에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

AOAC. 1995. *Official Methods of analysis of AOAC Intl.* 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA.

Bobin-Dubigeon, C., C. Hoebler, V. Lognone, C. Dagorn-Scaviner, S. Mabeau, J.L. Barry and M. Lahaye. 1997. Chemical composition, physico-chemical properties, enzymatic inhibition and fermentation characteristics of dietary fibres from edible seaweeds. *Sci. Alim.*, 17, 619-639.

Cho, D.M., D.S. Kim, D.S. Lee, H.R. Kim and J.H. Pyeun. 1995. Trace Components and Functional Saccharides in Seaweed - I. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 28, 49-59.

Collic, S., A.M. Fischer, J. Tapon-Bretoniere, C. Boisson, P. Durand and J. Jozefonvicz. 1991. Anti-coagulant properties of a fucoidan fraction. *Thromb. Res.* 64, 143-154.

Committee on Diet & Health (NRC). 1989. In *Diet and Health*. National Academy Press. Washington D.C., 347-366.

Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends Food Sci. Technol.*, 10, 25-28.

FNB (Food and Nutrition Board) (Institute of Medicine). 2004. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. National Academy Press, Washington, D.C., 247-392.

Gaman, P.M. and K.B. Sherrington. 1990. Mineral elements and water. In: *The Science of Food*. 3rd ed. Permon Press, England, 103-115.

Giovannucci, E., E.B. Rimm, A. Ascherio, M.J. Stamfer, G.A. Colditz and W.C. Willett. 1998. Calcium and fructose intake in relation to risk of prostate cancer. *Cancer Res.*, 58, 442-447.

Holford, P. 1999. Elemental health from calcium to zinc. *The Optimum Nutrition Bible*. The Crossing Press, Inc., California, 69-78.

Hurch, F.C., J.B. Meade, R.E. Treanor and H.C. Whinna. 1989. Antithrombotic activity of fucoidin with heparin cofactor II, antithrombin III and thrombin. *J. Biol. Chem.*, 6, 361-375.

Indegaard, M. and J. Minsaas. 1991. Animal and human nutrition. In: *Seaweed Resources in Europe: uses and potential*. Guiry, M.D. and G. Blunden, eds. John Wiley & Sons Ltd., England, 21-64.

KFDA. 1997. Mineral analytical method. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Korea. 304-311.

Kloareg, B. and R.S. Quatrano. 1988. Structure of the cell walls of marine algae and ecophysiological functions of the matrix polysaccharides. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 26, 259-315.

Lahaye, M. and B. Kaeffer. 1997. Seaweed dietary fibres; Structure, physico-chemical properties, relevant to intestinal physiology. *Sci. Alim.*, 17, 619- 639.

Linder, M.C. 1991. Nutrition and Metabolism of the Major Minerals. Elsevier, New York, 191-214.

Mabeau, S. and J. Fleurence. 1993. Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. *Trends Food Sci. Technol.*, 4, 107-107.

Mabeau, S. 1995. Conception and small scale production and nutritional evaluation of new dietary fibre ingredients from seaweeds and seaweed products. Project AAIR 0518, Dietary fibre from seaweed, F-FE 182-195.

Martyn, C.N., D.J. Barker, C. Osmond, E.C. Harris, J.A. Edwardson, R.F. Lacey. 1989. Geographical relationship between Alzheimer's disease and aluminium in drinking water. *Lancet*, 1, 59-62.

McCarron, D.A. and C.D. Morris. 1985. Blood pressure response to oral calcium in persons with mild to moderate hypertension. *Ann. Inter. Med.* 103, 825-831.

Michel, C., M. Sahaye, C. Bonnet, S. Mabeau and J.L. Barry. 1996. In vitro fermentation by human foetal bacteria of total and purified dietary fibres from brown seaweeds. *Br. J. Nutr.*, 71, 263-280.

National Research Council. 1989. Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowances. 10th ed., National Academy Press, Washington D.C.; 174-219.

Nisizawa, K., H. Noda, R. Kikuchi and T. Watanabe. 1987. The amin seaweeds in Japan, *Hydrobiologia*, 151, 5-29.

Noda, H. 1983. Biochemistry and utilization of marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 49, 23-32.

Rupérez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chem.*, 79, 23-26.

RNI (Rural Nutrition Institute). 1991. Food Composition Table. 4th ed., R.D.A., Korea, 60-68.

Tuckerman, M.M. and S.J. Turco. 1983. The minerals.

- Human Nutrition. Lea & Febiger. U.S.A., 134-155.
- Wight, T.N., M.G. Kinsella and E. Qwamstrom. 1992. The role of proteoglycans in cell adhesion, migration and proliferation. *Cur. Op. Cell Biol.*, 4, 793-811.
- Williams, S.R. 1985. Minerals. *Nutrition and Diet Therapy*. 15th ed. Mosby College Publishing, U.S.A., 163-211.
- Yamamoto, T., K. Otsuka and K. Okamoto. 1984. Character of each element on its distribution in seaweeds. *Hydrobiologia*, 510, 116-117.
- Yamamoto, L., M. Takahashi, E. Tamura, H. Maruyama and H. Mori. 1984. Antitumor activity of edible marine algae: Effect of crude fucoidan fraction prepared from edible brown sea-weeds L-1210 leukemia. *Hydrobiologia*, 116, 145-150.
- Yamamoto, L, T. Nagumo, M. Takahashi, M. Fujihara, Y. Suzuki and N. Lizima. 1981. Antitumor effect of seaweeds: III. An-titumor effect of an extract from *Sargassum*. *Jap. J. Exp. Med.*, 51, 187-189.
- Yosgizawa, Y., A. Enomoto, H. Todoh, A. Anetani and S. Kamiogawa. 1993. Activation of marine macrophages by polysaccharide fraction from marine algae. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 57, 1862-1871.

2005년 12월 31일 접수

2006년 2월 17일 수리