

식용해조류종의 미량요소와 특수기능성 당질 - 1 산지와 채취시기별 일반성분의 조성과 무기원소의 분포

조득문* · 김두상 · 이동수 · 김형락** · 변재형
동래여자전문대학 식품영양과 · **여수수산대학교 식품영양학과
부산수산대학교 식품영양학과

Trace Components and Functional Saccharides in Seaweed - 1 Changes in Proximate Composition and Trace Elements According to the Harvest Season and Places

Deuk-Moon CHO*, Doo-Sang KIM, Dong-Soo LEE, Hyeung-Rak KIM**
and Jae-Hyeung PYEUN

*Department of Food and Nutrition, Tongnae Women's Junior College, Pusan 607-080, Korea

**Department of Food Science and Nutrition, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

Department of Nutrition and Food Science, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

Nine species of edible seaweed [green laver (*Monostroma nitidium*) and sea staghorn (*Codium fragile*) of green algae; sea mustard (*Undaria pinnatifida*), seaweed fusiforme (*Hizikia fusiforme*), gulf weed (*Sargassum fulvellium*), and sea tangle (*Laminaria japonica*) of brown algae; seaweed dilatata (*Halimnion dilatata*), seaweed furcata (*Gloiopeltis furcata*), and laver (*Porphyra tenera*) of red algae] collected from Kijang, Chungmu, and Yosu in Korea, were examined and compared on their chemical and mineral composition depending on their harvesting season.

Crude protein (N×6.25) showed about 45% on moisture free basis (the contents of every components described below are shown as moisture free basis) for laver and 30% for green laver collected from every seasons and sites.

Sea tangle showed the highest content in crude lipid (10%) among brown seaweeds and green laver had 6% of crude lipid regardless their habitats.

Ash and carbohydrate in sea staghorn hold about 90% of total solids but those levels were only 50% in laver. The relationship between ash and carbohydrate content showed a tendency with reverse correlation.

Mineral compositions were examined on green laver, sea mustard, and seaweed furcata collected from Kijang. Sodium was eminent element (1,798~7,334mg/100g) followed by potassium. Magnesium and calcium content were low level compared with sodium and potassium.

As a micro-element, iron was appraised the highest status (165~330mg/100g) in green laver, however, iron in sea mustard and seaweed furcata was comparatively low amount (2.7~47.4mg/100g). The level of zinc was also comparatively high and that was varied on habitats.

In conclusion, chemical compositions of these algae were distinctively varied on species and habitats, and mineral compositions were notably changed by the harvesting season.

Key words : seaweed, proximate composition, mineral composition, trace elements

이 연구는 한국과학재단 지정 우수공학연구센터인 부산수산대학교부설 해양산업개발연구소의 지원에 의하여 수행되었음.

서 론

수산동물에 비하면 수산식물은 그 왕성한 재생력에 의하여 생산 잠재력이 무한함에도 불구하고, 성분조성과 그 생물적 유용성 등 소비를 뒷받침할 수 있는 연구가 충분히 되어 있지 않은 실정이다.

Takahashi (1941)와 Teraoka et al. (1981)에 의하면 일본근해산 해조류에는 무수물 중 당질이 50% 이상, 이어서 무기질이 많은 양을 차지하고, 단백질은 15% 이하인 것이 많다고 하였으며, 식품성분표(Scientific and Technical Agency, 1991)에도 해조류를 남조류와 녹조류, 갈조류 및 홍조류로 나누어 비슷한 자료들을 수록하고 있다.

해조류의 품질과 성분조성에 관한 연구로서, Hosoda (1970)는 다시마의 성숙도와 일반성분의 조성간의 관계에 관하여, 그리고 Noda (1970a, b)는 참김의 일반조성과 품질에 관하여 각각 보고하였으며, 또, Lee et al. (1974)은 마른 김의 품질과 클로로필, 피코빌린과 무기성분종의 아연, 마그네슘의 함량을 검토하고, 김의 등급은 이들 색소류와 밀접한 관계가 있다고 하였다.

김의 가공 저장 중의 성분변화와 관련하여 Lee and Choi (1973) 및 Park et al. (1973)은 수분활성이 다른 조건에서 저장한 김의 색소의 안정성에 관하여 보고하였으며, Lee et al. (1987)은 품질 등급이 높을수록 단백질과 클로로필a, 카로테노이드 등의 함량이 높고, 수분활성 a_w 0.1~0.3에서 색소류와 조성지방산이 안정하다고 하였다.

Iwasaki (1986)는 미역을 혈압강하물질인 laminine 과 식이성 섬유질을 많이 함유하기 때문에 훌륭한 건강식품이라 하였고, Ookawa (1993)는 참김 중에 많은 함량을 보이는 porphyrin은 dinitropyrene, trip P-2, benzopyrene 같은 변이원성 물질에 대하여 항변이원성 작용이 있다고 보고하였다.

또, Suzuki et al. (1993)은 갈조류 중에 많은 분포를 보이는 alginic acid는 흰쥐의 간장 cholesterol 양을 현저히 줄여주는 효과가 있다는 등, 해조류가 가진 성분의 기능성에 미치는 효과에 관한 연구가 적지 않게 발표되고 있다(Kiriyama, 1993; Eyubi, 1993).

이같은 연구들에 비추어 우리나라는 해조를 식용으로 한 역사가 오래인데도 불구하고 (Yoon, 1990), 성

분조성과 유용성분의 분포 등 충분한 연구가 되어 있지 않다.

이같은 배경에서 본 연구는 우리나라 연근해산 대표적 식용해조류의 일반성분의 조성을 종류와 채취시기 별로 분석 검토하였으며, 인체영양상 불가결한 미량원소의 분포에 관하여 밝히고자 시도하였다.

재료 및 방법

1. 재료

우리나라 연안에서 수확되는 대표적인 식용해조류인 녹조류 (참홀파래, 청각), 갈조류 (미역, 툇, 모자반, 다시마) 및 홍조류 (얼룩도박, 참김, 불등풀가사리)를 대상으로 산지 (기장, 충무, 여수)와 채취시기에 따라 다음의 전처리 과정을 거쳐 일반성분과 무기원소 함량의 분석을 위한 시료로 하였다.

곧, 참김은 남광식품(주) (부산시 사하구 장림동 소재)로부터 고창, 낙동, 신안, 완도, 여수에서 생산된 말린 참김을 양식업자로 부터 수집 즉시 제공받은 것이고, 그 밖의 것은 직접 산지에서 채취한 것을 실험실로 운반하여 수도물로 2회 가법계 행군 다음, 그늘 (14~25°C)에서 하루 정도 바람에 쬐어 말려서 마쇄한 것을 시료로 하였다.

2. 분석방법

일반성분 : 수분은 상압가열건조법으로, 조단백질은 semimicro-Kjeldahl법으로, 총지질은 Bligh and Dyer (1959)의 방법에 따라 각각 측정하였으며, 회분은 건식회화법으로 분석하였다. 당질은 고형분의 총량에서 조단백질, 총지질, 회분의 값을 뺀 값으로 나타내었다.

무기원소 : A.O.A.C (1990)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 해조분말시료 5g씩을 칭량하여 450~500°C에서 회화한 후에 과염소산과 질산 5ml씩을 첨가하여 가열 분해하고 증류수로서 정용하여 Table 1에 나타난 조건에 따라 원자흡광분광광도계 (Shimadzu AA-640, Shimadzu Inc., Japan)로써 측정하였으며, 표준품에 대하여 측정된 값과 대비하여 각 원소의 농도를 계산하였다.

셀레늄과 게르마늄도 같은 방법으로 전처리한 시료

Table 1. Operation conditions of atomic absorption spectrophotometer for measuring mineral elements

Condition	Macro-minerals				Micro-minerals				
	Ca	K	Na	Mg	Fe	Mn	Cr	Cu	Zn
Wave length(nm)	422.7	766.5	589.0	285.2	248.3	279.5	357.9	324.8	213.9
Lamp current(mA)	6	5	6	4	8	5	5	3	4
Slit width(mm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5
Fuel gas flow rate(l/min)	2.0	1.9	1.6	1.6	2.0	1.9	1.8	2.0	2.0
Burner height(mm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Expansion	×5	×5	×7	×10	×5	×5	×10	×5	×7
1% absorption concentration(ppm)	0.08	0.04	0.02	0.007	0.1	0.05	0.09	0.09	0.02

에 대하여 ICP (Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry, Seiko, model SPC 1200A, Japan)로써 분석하였다.

위의 실험에서 얻어진 분석결과는 반복실험에 의하여 오차범위내의 측정값을 평균하여 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분의 조성변화

우리 나라에서 식용되는 중요 해조류를 종류별로 구분하여 주요산지와 주 수확기를 전후한 채취시기별로 일반성분조성을 분석하여 그 결과를 무수물 기준으로 Table 2와 Table 3 및 Table 4에 각각 나타내었다.

단백질의 함량에 있어서는 녹조류 중의 기장산의 참홀파래가 충무와 여수산에 비하여 높았고 (6.6~7.7%), 당질의 함량은 충무산이 높았으며 (12.9~14.2%), 무기질의 함량은 여수산이 조금씩 높은 차이점을 보였다 (8.0~15.1%). 지질의 함량은 지역에 따른 차이는 적었으며, 채취월별에 따라 차이를 조금씩 보일 따름이었다 (Table 2).

기장산 청각은 무기질의 함량이 평균 57.8%로 특히 높았으며, 당질은 채취월별에 따라 다소 변동이 있음을 알 수 있었다.

녹조류인 참홀파래와 청각의 경우, 채취월별에 따라 변동을 많이 보인 성분은 기장산과 여수산 참홀파래의 당질과 기장산 청각의 당질과 무기질을 들 수 있

었다. 그리고 참홀파래와 청각의 단백질 함량은 26.4~34.0%의 차이를 보여 같은 녹조류이면서도 시료의 종류에 따라 차이가 큼을 볼 수 있었다. 또한 청각은 참홀파래에 비하여 단백질이 1/10정도, 지질이 1/2정도의 수준을 보였는데, 이는 여수산 참홀파래와 기장산 청각에서 회분의 함량이 높았던 것으로 요약할 수 있었다.

그리고, 녹조류의 일반성분조성의 특징은 회분의 함량과 당질의 함량 사이에는 서로 역의 상관성을 보인 점을 들 수 있었다.

한국수산물성분표 (National Fisheries Research and Development Agency, 1989)에 의하면, 지질의 함량이 참홀파래와 청각이 0.80%와 6.12% (이하 모든 함량은 건물기준으로 표시하였다)로서 참홀파래의 경우, 본 실험의 결과가 월등히 높은 값을 보인 반면, 청각은 본 실험의 결과가 훨씬 낮은 값을 보이는 차이를 나타내었다.

갈조류중의 미역, 툇, 모자반, 다시마에 대해서도 또한 산지와 채취시기별로 분석해 본 결과 (Table 3), 네 종류의 시료중 모자반의 단백질함량은 기장산이 12.4~16.0%, 그리고 충무산이 22.6~30.4%로서 산지와 채취시기에 따라 많은 차이를 보였고, 미역은 단백질의 함량이 20% 수준이었던 반면, 툇과 다시마는 10% 미만의 극히 낮은 함량을 보였다. 이 결과에 비추어 갈조류의 단백질 함량은 종류와 산지 그리고 채취 월별에 따라 많은 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

지질은 다시마가 10% 수준이었던 반면, 미역, 툇,

Table 2. Proximate composition of green algae

(% on moisture free basis)

Common name (Korean name)	Scientific name	Collection		Crude Protein	Total lipid	Ash	Carbo- hydrate
		Place	Month				
Green laver (Chamhotparae)	<i>Monostroma nitidum</i>	Kijang	Dec '92	36.4	9.2	32.8	21.6
			Jan '93	40.1	9.6	33.3	17.0
			Feb	38.7	6.8	31.7	22.8
			Mar	33.1	7.3	25.7	33.8
		Chungmu	Apr	37.6	5.9	25.9	30.6
			Oct '92	29.7	9.0	26.1	35.2
			Nov	32.9	6.6	28.9	31.6
			Dec	31.3	10.5	24.8	33.5
			Jan '93	25.8	7.3	20.5	46.4
			Feb	37.0	9.2	18.4	35.4
			Mar	27.1	8.3	18.3	46.3
			Yosu	Nov '92	25.9	8.2	51.3
		Dec		27.8	8.0	38.2	26.0
		Jan '93		34.2	10.6	29.7	25.5
		Feb		35.7	10.1	35.9	18.3
		Sea staghorn (Chunggak)	<i>Codium fragile</i>	Kijang	May '92	2.5	3.3
Jun	3.4				2.8	61.2	32.6
Jul	5.2				2.9	46.1	45.8
Aug	1.6				4.1	54.3	40.0

모자반은 모두 다시마보다 훨씬 못미치는 함량을 보였다. 회분은 툇과 미역이 30~50% 범위였으나, 다시마는 그 약 1/2미만의 양을 함유하는 차이를 보였다. 그리고 툇과 미역은 회분과 탄수화물이 비슷한 수준으로 함유되어 있었으나, 다시마에는 탄수화물이 약 60% 수준으로 많이 함유되어 있는 특징을 보였다. 모자반에 있어서는 회분과 탄수화물의 함량이 기장산과 충무산별로 많은 차이를 보였으며, 충무산에 비하여 기장산은 회분을 약 2배 이상 많이 함유한 반면, 탄수화물은 기장산에 비하여 충무산이 많은 함량을 보인 것이 특징적이었다. 전체적으로 볼때 갈조류에 있어서 회분과 탄수화물의 양을 합한 값은 약 70% 전후, 혹은 그 이상의 수준을 보였다.

홍조류의 조단백질함량은 참김이 얼룩도박과 불등풀가사리에 비하여 배 이상을 함유하는 40% 이상의 수준이었는데 대하여, 회분은 참김이 얼룩도박과 불

등풀가사리에 비하여 약 1/2이하인 10%의 수준이었다. 그리고 당질은 얼룩도박과 불등풀가사리가 참김에 비하여 약 10~20% 정도 높은 50~60% 수준이었다.

홍조류의 단백질과 당질의 함량간에는 서로 상반되는 관계를 보이는 것이 특징이었다. 이는 Lee et al. (1987)이 낙동, 영광 및 완도산의 김으로 품질평가를 목적으로 측정한 결과와 마찬가지로였다. 즉, 낙동산의 김이 5.3~22.9% 정도로 다른 지역산의 단백질 함량보다 높았는데 반하여 당질은 3.7~10.7% 정도의 낮은 결과를 보여 낙동산 김의 품질이 우수하였다고 보고하였다.

본 연구에서도 낙동산 김의 단백질과 당질 함량이 각각 48.1%와 34.3%이었는데 반하여 완도산은 각각 33.9%와 50.2%로 나타나 유사한 결과를 보였다. 또한 같은 홍조류중에서도 불등풀가사리와 얼룩도박보다 참김의 경우에는 단백질의 함량이 2배이상 높은

Table 3. Proximate composition of brown algae

(% on moisture free basis)

Common name (Korean name)	Scientific name	Collection		Crude Protein	Total lipid	Ash	Carbo-hydrate		
		Place	Month						
Sea mustard (Miyok)	<i>Undaria pinnatifida</i>	Kijang	Nov '92	21.99	5.1	46.5	26.5		
			Dec	17.3	5.6	42.7	34.4		
			Jan	19.4	4.2	33.6	42.8		
			Feb '93	22.0	5.3	29.5	43.2		
			Mar	21.9	6.2	36.7	35.2		
		Chungmu	Nov '92	25.9	4.5	29.4	40.1		
			Dec	21.4	4.5	31.4	42.7		
			Jan '93	23.8	4.7	31.2	40.3		
			Feb	21.7	4.8	35.7	37.8		
			Mar	13.7	5.3	30.8	50.2		
		Yosu	Nov '92	18.9	4.0	35.1	42.0		
			Dec	21.3	3.6	37.5	37.6		
			Jan '93	18.8	4.0	36.9	40.3		
			Feb	28.7	5.5	33.7	32.0		
			Mar	18.5	5.3	33.8	42.5		
Seaweed fusiforme (Tot)	<i>Hizikia fusiforme</i>	Kijang	Nov '92	3.5	4.9	33.1	58.6		
			Dec	10.0	4.4	49.0	36.6		
			Jan '93	10.3	3.9	41.6	44.3		
			Feb	9.8	3.5	48.0	38.8		
			Mar	10.7	3.5	43.7	42.0		
		Chungmu	Nov '92	2.5	3.9	48.0	45.5		
			Dec	7.6	3.3	42.2	46.9		
			Jan '93	9.5	4.1	44.3	42.1		
			Feb	11.0	4.0	44.5	40.5		
			Mar	10.0	3.8	41.3	45.0		
		Yosu	Apr	10.9	3.0	40.6	45.5		
			Dec '92	4.0	3.3	53.0	39.7		
			Jan '93	11.6	3.1	46.5	38.8		
			Feb	9.2	3.7	47.0	40.1		
			Mar	8.5	2.9	48.1	40.5		
Gulf weed (Mozaban)	<i>Sargassum fulvellium</i>	Kijang	Dec '92	12.4	3.8	36.2	47.6		
			Jan '93	13.2	4.9	41.2	40.6		
			Feb	16.0	4.4	36.4	43.2		
			Mar	15.6	4.2	34.0	46.2		
			Chungmu	Nov '92	24.2	6.5	19.2	50.1	
		Dec	22.6	6.2	14.3	56.9			
		Jan '93	26.0	6.2	14.8	53.0			
		Feb	25.2	9.7	11.3	53.8			
		Mar	30.4	7.8	16.9	44.9			
		Sea tangle (Dashima)	<i>Laminaria japonica</i>	Kijang	Mar '92	10.3	11.5	17.4	60.9
					Apr	7.7	10.7	14.7	67.0
					May	6.8	7.2	21.1	64.9
					Jun	9.3	10.4	13.8	66.5
					Jul	9.3	11.2	18.2	61.2

Table 4. Proximate composition of red algae

(% on moisture free basis)

Common name (Korean name)	Scientific name	Collection		Crude Protein	Total lipid	Ash	Carbo-hydrate
		Place	Month				
Seaweed dilatata (Eollukdobak)	<i>Halimnopsis dilatata</i>	Kijang	Apr '92	21.8	2.5	24.7	50.9
			May	20.3	2.4	14.1	63.2
			Jun	19.5	2.5	23.9	54.2
			Jul	22.4	3.6	26.3	47.7
			Aug	20.6	3.5	25.2	50.7
Laver (Changim)	<i>Porphyra tenera</i>	Kochang	Jan '92	44.3	5.5	9.4	40.9
			Dec	49.0	6.4	8.9	35.8
		Nakdong	Jan '93	48.1	6.2	11.3	34.3
			Jan '92	44.1	5.5	10.2	40.2
		Wando	Jan	33.9	4.9	11.0	50.2
		Yosu	Oct	47.4	6.4	9.0	37.1
		Seaweed furcata (Buldeung pulgasari)	<i>Gloiopeltis furcata</i>	Kijang	Apr '92	16.5	2.0
Jun	19.3				1.4	22.3	57.0
Jul	15.4				0.5	30.2	54.0
Aug	20.9				1.1	24.4	53.7
Sep	23.7				1.5	26.1	48.7

반면, 당질의 함량은 낮은 것으로 미루어 영양적인 면에서도 보다 우수하다고 생각할 수 있다. 그리고 참김은 지질의 함량에 있어서도 얼룩도박이나 불등풀 가사리에 비하면 월등히 높은 약 6% 가까운 함량을 보였다.

Noda (1971a) 는 참김의 성분과 품질간의 관계에 관한 연구에서 품질이 좋은 참김일수록 단백질소의 양이 많다고 하였으며, 전질소에 대한 단백질소의 비가 상급품은 약 80~85%였다고 하였다. 그리고 채취 시기와 장소에 따라 조성에는 많은 차이를 보이며, 2월산이 총질소량으로 약 7%라고 보고하여 본 실험의 완도산을 제외한 시료들과 비슷한 수준임을 알 수 있었다.

이상과 같이 해조류의 일반성분의 많은 부분이 탄수화물과 회분이 차지하는 것을 보아 회분 중의 개별 무기질 함량의 분석은 극히 그 필요성이 강조되는 것이다.

무기원소의 분포

해조류를 종류별, 채취 월별로 주요산지인 기장산에 대하여 개개 무기질을 분석 비교코자 녹조류 중의 참홀과래, 갈조류 중의 미역, 그리고 홍조류 중의 얼룩도박을 시료로 하여 다량원소인 칼슘, 칼륨, 나트륨, 마그네슘과 미량원소인 철, 망간, 크롬, 구리, 아연, 셀레늄, 게르마늄 별로 원자흡광분광광도계로서 분석한 결과를 Fig. 1, Fig. 2, 및 Fig. 3에 나타내었다.

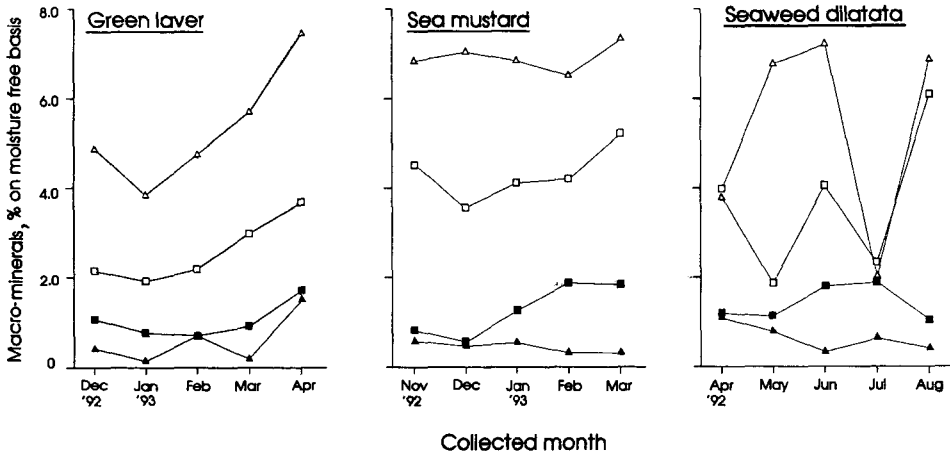


Fig. 1. Seasonal variation of the macro-mineral contents in green laver, sea mustard, and seaweed dilatata from Kijang.
 Symbols : -▲-, Ca ; -□-, K ; -△-, Na ; -■-, Mg.

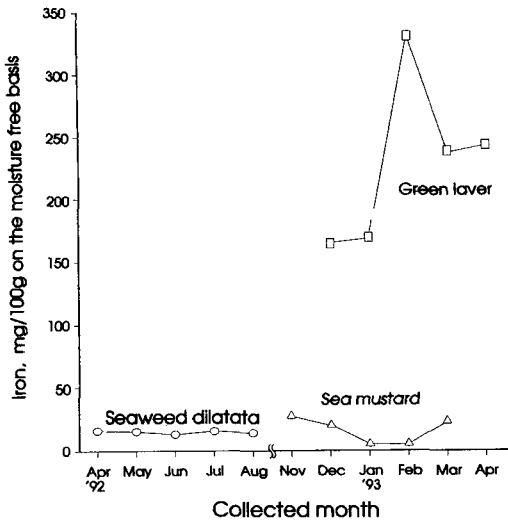


Fig. 2. Seasonal variation of iron content in green laver, sea mustard, and *Halimaniopsis dilatata* from Kijang.

칼륨 (한국인 성인 1일 섭취권장량, 600mg/day; Population and Health Research Institute of Korea, 1989)과 나트륨 및 마그네슘은 인체영양상 많이 요구되는 무기질로 알려져 있다(Tuckerman, 1983).

이들 다량원소는 참홀파래, 미역, 얼룩도박에 비교적 많이 분포하고 있음을 알 수 있으며, 특히 나트륨의 함량이 높고, 그 다음으로 칼륨을 많이 함유하였다. 마그네슘과 칼슘은 나트륨과 칼륨에 비하면 그 함량이 훨씬 떨어졌으나, 육상에서 얻어지던 야채류에 비

하면 그 함량이 높은 것을 알 수 있었다(Scientific and Technical Agency, 1991).

Yoshie et al. (1993)은 건조중의 생산지와 채취시기에 따른 무기질의 함량변화를 측정된 결과, 칼륨이 가장 많고 이어서 나트륨, 마그네슘, 칼슘의 순이었으며, 미량원소로는 철, 아연, 망간, 구리의 순으로 함유되어 있다고 하였다. 본 실험에서 사용한 9종의 해조류가 채취시기별로는 다소 차이가 있지만, 나트륨과 칼륨이 반대되는 경향이었고 나머지의 다량원소와 미량원소는 모두 같은 결과이었다.

이들 무기질의 함량을 종류와 채취 시기별로 보면, 참홀파래는 다량원소가 모두 1월이 가장 낮았다가 이후 4월까지 모두 증가하였고, 미역에 분포하는 칼륨, 나트륨, 마그네슘은 12월 이후 4월까지의 참홀파래의 경우와 비슷하게 계속 증가하였으나, 칼슘만은 1월 이후 조금씩 감소함을 알 수 있었다. 그러나 얼룩도박에 있어서는 생산되는 시기가 참홀파래는 미역과는 달리 수온이 높고 일조량이 많은 4월 이후 8월까지 채취된 것으로서, 대등한 조건이 아니므로 서로 비교할 수는 없으나 칼륨과 나트륨은 월별 변화가 심하였고, 마그네슘은 7월에 높은 함량을 보였으며 칼슘은 6월에 조금 낮은 함량을 보였다 (Fig. 1).

미량원소로서는 3종 해조류중의 철, 망간, 크롬, 구리, 아연, 셀레늄, 게르마늄의 함량을 분석 검토하였다 (Fig. 2와 3).

미량원소 중 해조류가 비교적 많은 양으로 함유한

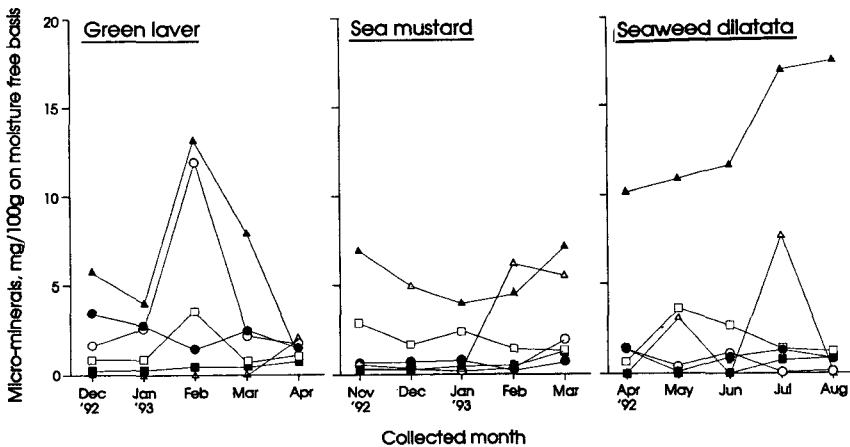


Fig. 3. Seasonal variation of the micro-mineral contents in green laver, sea mustard, and seaweed dilatata from Kijang.

Symbols : -■-, Mn ; -△-, Cr ; -○-, Cu ; -△-, Zn ; -●-, Se ; -□-, Ge.

철분의 분포를 녹조류인 참홀파래, 갈조류인 미역, 홍조류인 얼룩도박에 대하여 채취월별로 비교해 보면 (Fig. 2), 녹조류인 참홀파래는 미역과 얼룩도박에 비하여 10배이상으로 월등히 많은 양을 함유하였으며, 이 점은 별도로 분석한 같은 녹조류에 속하는 모자반과 청각에서도 참홀파래에는 못 미치지만 갈조류나 홍조류에 비하면 높게 함유하는 결과임을 알 수 있었다. 미역과 얼룩도박 중의 함량은 아주 낮았다.

Fig. 3에선 녹조류 중의 참홀파래, 갈조류 중의 미역, 홍조류 중의 얼룩도박에 대하여 같은 생산지인 기장산을 시료로 선정하고, 미량원소 중 망간, 크롬, 구리, 아연, 셀레늄, 게르마늄의 채취월별 함량변화를 나타내었다.

참홀파래의 망간, 구리 및 아연, 미역의 크롬, 아연 및 게르마늄, 얼룩도박의 크롬, 게르마늄 및 아연은 채취시기에 따라 많은 변동을 보였으며, 그 밖의 성분들은 변동의 폭도 적을 뿐만 아니라 함량도 낮았다.

참홀파래는 2월에 구리와 아연이, 미역에 있어서는 아연이, 그리고 얼룩도박에 있어서는 아연이 특히 많이 함유되어 있어 이들 해조류는 다른 미량원소들에 있어서는 고른 분포를 보였지만 아연의 공급원으로서는 더욱 의미가 있을 것으로 생각되었다.

Lee et al. (1974)은 김을 대상으로 하여 품질관정의 지표로서 아연과 마그네슘의 함량변화를 측정 보고하였는데, 16종의 건조김 중의 아연함량은 지역별로 차이를 보여 29.9~54.2ppm의 범위에 속한다고 하였다. 본보에서는 같은 홍조류인 기장산 얼룩도박을 시료로 하여 실험한 결과, 4월에서 8월에 걸쳐 10.3~17.7mg/100g으로 나타나 채취시기별로 다소 차이가 있었지만 건조김중의 아연함량보다는 월등히 많은 함량을 보였다.

갈조류에 속하는 미역, 툇, 모자반, 다시마에 대하여 채취지역과 취채월별로 다량원소 (Ca, K, Na, Mg)와 미량원소 (Fe, Mn, Cr, Cu, Zn, Se, Ge)의 함량변화를 Table 5에 비교하여 나타내었다.

다량원소는 미역에 있어서는 지역에 관계없이 총무산이 다른 지역산에 비하여 다소 높은 함량을 보였으며, 기장산과 여수산은 조금 낮은 함량으로 변동을 보였다. 네 원소 중에서는 나트륨이 약 6,000mg/100g 전후로서 가장 많은 함량을 보였고, 칼륨은 약 4,000mg/100g 수준으로서 그 다음이었으며, 마그네슘은 약

1,000~2,000mg/100g의 수준으로 함유하였다. 그리고 칼슘은 500mg/100g 전후로 함유하였다.

툇은 산지에 따라 상당한 차이를 보였으며, 특히 기장산은 미역과는 달리 나트륨보다 칼륨을 훨씬 많이 함유하였고, 총무산은 나트륨과 칼륨의 양이 비슷한 4,000mg/100g 수준이었다. 여수산에 있어서는 나트륨이 6,000~7,000mg/100g 수준으로서 칼륨 3,000~4,000mg/100g에 비하면 훨씬 많은 함량을 보인 것이 차이점이었다. 마그네슘과 칼슘의 함량에 있어서는 약 1,000mg/100g 수준에서 서로 상반되는 함량을 보였다.

다시마는 총무와 여수에서는 양식하지 않아 기장산에 대하여만 분석하였으며, 칼륨과 나트륨, 칼슘과 마그네슘을 각각 4,000mg/100g과 500~1,000mg/100g의 범위내에서 거의 비슷한 수준으로 함유하는 것이 특징적이었다.

미량원소는 변동이 불규칙하게 컸으며, 미역에 있어서의 철분은 기장산과 총무산이 비슷한 수준으로 함유한 반면, 여수산이 보다 많은 함량으로 변동을 보였는데 이러한 경향은 툇에서도 엿볼 수 있었다. 그리고 기장산 다시마는 총무산 툇의 경우처럼 불규칙한 기록을 보였다.

해조의 무기질에 관한 보고(Noda, 1983)에 의하면, 홍조의 철함량은 10~664mg/100g이라고 하였는데, 본 연구의 홍조 중 얼룩도박의 철함량은 채취시기별 변화는 적었지만 대체로 낮은 20mg/100g전후임을 알 수 있었다.

아연에 있어서는 미역의 경우 여수산이 약 10mg/100g 수준으로 총무산과 기장산에 비하면 높은 함량을 보였으며, 툇의 경우는 총무산이 10mg/100g 수준으로서 기장산과 여수산에 비하면 높은 함량을 보였다. 다시마에서는 아연이 낮은 함량을 보여 무기질의 함량이 같은 갈조류 중에서도 종류에 따라 산지별로 함량이 다름을 알 수 있었다.

특히 이들 갈조류는 미량원소 중 셀레늄을 약 0.5~1.0mg/100g까지 함유하여 그 생리적 기능면에서 유의한 효과가 있을 것으로 추정되었다.

게르마늄은 전체 갈조류 중 소량이지만 (약 1~3mg/100g범위) 고루 분포하여 영양적 뒷받침이 무시할 수 없을 정도일 것으로 추정되었다.

크롬은 해조의 종류, 채취장소, 채취시기에 따라 검출되지 않는 경우가 많았다.

Table 5. Comparison of selected mineral content in brown algae collected at the different places
(mg/100g on dry basis)

Common name (Korean name)	Scientific name	Collection		Macro-minerals				Micro-minerals							
		Place	Month	Ca	K	Na	Mg	Fe	Mn	Cr	Cu	Zn	Se	Ge	
Sea mustard (Miyok)	<i>Undaria pinnatifida</i>	Kijang	Nov '92	572	4545	6905	804	28.1	0.6	*	0.5	7.0	0.6	2.9	
			Dec	553	3578	7085	498	21.2	0.5	-	0.3	4.9	0.8	1.6	
			Jan '93	551	4116	6870	1261	5.3	0.1	-	0.1	4.0	0.8	2.5	
			Feb	320	4233	6530	1857	6.2	0.5	6.2	0.6	4.5	0.4	1.4	
		Chungmu	Nov '92	Mar	310	5249	7289	1830	24.6	1.4	5.5	2.0	7.3	0.8	1.4
				Nov '92	1405	4643	5870	2217	22.1	0.7	3.2	0.5	11.5	0.3	2.7
				Dec	1114	3422	5056	1756	19.4	0.2	0.9	0.0	8.5	0.7	1.4
				Jan '93	566	4674	7133	2100	7.9	0.1	-	0.2	12.3	0.7	2.1
		Yosu	Nov '92	Feb	618	2954	7436	1880	2.7	0.3	-	3.5	16.1	1.0	2.6
				Mar	718	5197	7130	2063	14.8	1.3	5.7	0.3	8.6	0.8	1.4
				Nov '92	691	5471	7165	1226	21.2	2.4	8.3	0.3	12.1	1.4	1.4
				Dec	201	4137	3872	984	47.4	1.5	6.7	0.4	11.1	0.7	1.4
			Jan '93	Jan '93	462	3463	4052	843	37.1	2.4	3.1	0.5	17.6	0.8	2.4
				Feb	506	4396	6853	1516	20.8	0.2	-	0.4	7.0	0.8	2.4
				Mar	550	3214	6624	1244	9.2	0.1	-	0.8	11.4	0.7	2.6
				Mar	550	3214	6624	1244	9.2	0.1	-	0.8	11.4	0.7	2.6
Seaweed fusiforme (Tot)	<i>Hizikia fusiforme</i>	Kijang	Nov '92	1283	3977	2643	957	4.9	0.5	-	0.4	2.9	0.9	1.0	
			Dec	1019	4095	1798	709	3.2	0.3	-	0.0	0.4	0.7	3.2	
			Jan '93	1010	5482	4450	1252	10.9	0.3	-	0.7	1.4	0.8	2.4	
			Feb	945	4168	2300	1866	11.7	0.3	-	2.8	0.4	0.6	2.4	
		Chungmu	Nov '92	Mar 5.3	640	5263	3290	1346		0.1	-	0.1	0.3	1.0	2.6
				Nov '92	1109	4355	4381	926	11.3	0.8	-	0.3	11.6	0.9	0.7
				Dec	1355	4581	4505	1312	7.5	0.3	-	0.2	15.1	0.7	3.5
				Jan '93	1495	4882	4321	1188	7.0	0.4	0.7	0.2	10.9	1.1	2.1
		Yosu	Nov '92	Feb	979	3505	4149	1501	15.1	2.0	0	0.9	9.5	0.8	3.2
				Mar	997	4726	4942	1901	9.6	1.1	5.6	0.3	13.7	1.0	1.4
				Apr	911	4199	5119	1730	19.1	1.6	5.8	0.6	9.6	0.7	1.5
				Dec '92	966	3211	6164	1591	10.5	0.3	-	0.5	3.5	0.8	4.4
			Jan '93	Jan '93	729	3623	7334	1621	17.0	2.8	3.1	0.2	5.2	0.6	1.4
				Feb	752	4105	6304	1931	18.7	0.1	-	0.7	4.5	0.7	2.8
				Mar	912	3939	7019	1228	15.3	2.3	-	0.6	3.0	0.8	4.8
				Apr	712	3575	6786	1195	19.2	0.4	-	1.4	4.1	1.0	1.9
Gulf weed (Mozaban)	<i>Sargassum fulvellum</i>	Kijang	Dec '92	1019	3170	2116	1395	24.8	0.4	-	2.2	13.6	0.7	2.6	
			Jan '93	831	2951	1448	2129	17.3	0.5	0.3	1.1	11.2	0.8	3.2	
			Feb	1436	3935	2170	1972	29.8	1.0	3.4	0.8	7.3	0.2	3.2	
		Chungmu	Nov '92	Mar	715	3911	2847	1508	10.0	0.0	-	3.5	11.3	0.7	2.6
				Nov '92	1572	1678	877	984	25.9	0.1	-	1.2	26.2	0.6	2.2
				Dec	1664	1149	1556	1200	10.5	0.0	-	0.9	23.3	0.8	3.1
				Jan '93	929	1170	1092	1748	22.5	0.9	3.7	2.0	11.3	0.6	1.4
			Feb	Feb	637	2046	1322	1542	22.5	0.5	-	4.8	21.3	0.8	1.4
				Mar	1210	1347	1428	1130	35.8	0.6	-	10.0	13.6	0.7	3.9
				Mar	1210	1347	1428	1130	35.8	0.6	-	10.0	13.6	0.7	3.9
Sea tangle (Dashima)	<i>Laminaria japonica</i>	Kijang	Mar '92	606	4681	4644	781	3.2	0.0	-	0.7	1.0	0.6	2.1	
			Apr	1215	3984	3602	888	12.2	0.2	-	0.6	0.4	0.9	1.0	
			May	843	4223	3273	958	5.7	0.4	0.5	0.8	1.8	1.0	1.8	
			Jun	506	3998	4679	950	10.0	0.2	-	1.1	1.5	1.1	1.9	
			Jul	580	4799	4042	836	10.3	0.3	-	1.9	0.5	0.8	2.6	

*trace

전반적으로 해조류중의 무기질의 함량은 생산지와 채취시기별에 따라 상당한 차이를 보였다. 해수중의 무기질의 농도와 해조류중의 해당 무기질의 농도와는 상관성이 적은 것으로 보고되어 있으며(Noda, 1983), 환경수 중의 영양염류 및 전해질의 농도와 해조 중의 해당 성분간의 관계에 관하여는 더욱 연구가 이루어져야 할 것으로 생각되었다.

결론 및 요약

우리나라에서 식용하는 대표적인 해조 (녹조류-참홀파래, 청각; 갈조류-미역, 툇, 모자반, 다시마; 홍조류-얼룩도박, 참김, 불등풀가사리) 9종에 대하여 중요생산지인 기장 충무, 여수지역산을 대상으로 하여 주 채취시기별로 일반성분의 조성을 분석하였으며, 무기질에 대하여는 다량원소와 미량원소별로 구분하여 분석 비교하였다.

실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조단백질은 홍조류 중의 참김이 가장 많이 함유하였고 (약 45% 수준, 이하 모든 함량은 건물 기준으로 표시하였음), 참홀파래도 산지에 관계없이 상당히 높은 함량을 보였으나 (약 30% 전후), 그 밖의 해조류에는 함량이 비교적 낮았다.

2. 지질은 갈조류 중의 다시마가 약 10% 전후로 함유하여 비교적 높은 함량을 보였고, 참홀파래도 산지에 관계없이 비교적 높은 함량을 보였다. 홍조류 중에서는 참김이 약 6% 전후로서 높게 함유하였으나 얼룩도박과 불등풀가사리는 그 1/2 이하로 함유하는 등 종류별로 차이가 많았다.

3. 회분과 탄수화물은 해조류의 전체 고형분의 50% 이상을 차지하였다. 녹조류 중의 청각은 회분과 당질을 가장 많이 함유하였고 (약 90% 수준), 홍조류 중의 참김은 가장 적게 함유하였다 (약 50% 전후). 그리고 회분과 탄수화물의 함량간에는 역의 상관성을 보였다.

4. 기장산에 대하여 녹조류 중의 참홀파래와 갈조류 중의 미역 및 홍조류 중의 얼룩도박을 대상으로 무기원을 분석한 결과 세종류가 함께 다량원소로서는 나트륨을 가장 많이 함유하였고, 칼륨은 그 다음으로 많이 함유하였으며, 마그네슘과 칼슘은 앞의 두 성분

에 비하면 세종류가 비슷한 수준으로 다소 낮은 함량을 보였다.

5. 미량원소 중 철분은 다른 해조류에 비하여 녹조류 중의 참홀파래가 두드러지게 많이 함유하였으며, 미역과 얼룩도박에는 그 함량이 비교적 낮았다. 이들 해조류들은 미량원소 중에서는 아연을 비교적 많이 함유하였으며, 홍조류 중의 얼룩도박에는 그 함량이 특히 높았다.

6. 갈조류인 미역과 툇, 다시마의 무기원소를 분석한 결과에 의하면, 대체로 칼륨과 나트륨의 함량은 큰 차이가 없었으나, 마그네슘은 칼슘에 비하여 많이 함유하였다. 미량원소중의 아연의 함량은 채취지역에 따라 많은 영향을 받았다.

일반성분의 조성은 특히 종류와 채취장소에 따라서 많은 차이를 보였으며, 무기원소의 함량은 특히 채취시기에 따른 변동이 컸다.

참 고 문 헌

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p. 42
- Eyubi, T. 1993. Suppression effect of laver magnesium on calcification of kidney, Symposium in Autumn, 1993. Japan Seaweed Soc., 4~5. (in Japanese)
- Hosoda, K. 1970. Studies on the components of "Naga-kombu" *Laminaria longissima*-I. General components. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 36, 698~701.
- Iwasaki, T. 1986. Effects and utilization of seaweed as health food ingredients, Food Chemical, 10, 47~53. (in Japanese).
- Kiriyaama, S. 1993. anticholesterolemic action of laver in blood serum. Symposium in Autumn, 1993. Japan Seaweed Soc., 6. (in Japanese)
- Lee, J.H., J.H. Han, S.B. Han and K.H. Lee. 1974. The relation between quaity and content of zinc and magnesium in dried laver, *Porphyra tenera* Kjellman. Bull. Korean Fish. Soc., 7(2),

- 63~68. (in Korean)
- Lee, J.H. and N.J. Sung, 1980. The contents of minerals in algae. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 9, 51~58. (in Korean)
- Lee, K.H., S.H. Song and I.H. Jung. 1987. Quality changes of dried lavers during processing and storage 1. Quality evaluation of different grades of dried lavers and it's changes during storage. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 20(5), 408~418. (in Korean)
- National Fisheries Research and Development Agency. 1989. Chemical composition of marine products in Korea. Yemoonsa, Pusan, pp.64~69. (in Korean)
- Noda, H. 1971a. Biochemical studies on marine algae-II. Relation between quality and chemical composition of "Asakusanori". *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 37, 30~34. (in Japanese)
- Noda, H. 1971b. Biochemical studies on marine algae-III. Relation between quality and inorganic constituents of "Asakusanori". *ibid*, 37, 35~39. (in Japanese)
- Noda, H. 1983. Biochemistry and utilization of marine algae. *Nippon Suisan Gakkai*, Tokyo, pp. 23~32. (in Japanese).
- Ookawa, I. 1993. Antimutagenetic action of porphyrin. *Symposium in Autumn, 1993. Japan Seaweed Soc.*, 8. (in Japanese)
- Park, Y.H., C. Koizumi and J. Nodaka. 1973. Effect of a humid atmosphere upon the chemical constitution of "Nori"- I. Chlorophyll, carotenoid, and phycobilin. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 39 (10), 1045~1049. (in Japanese)
- Population and Health Research Institute of Korea. 1989. Recommended dietary allowances for Koreans, Komoonsa, Seoul, 114~116. (in Korean)
- Scientific and Technical Agency. 1991. Standard tables of food composition in Japan. 4th revised, Publishing section of Kagawa Nutrition University, Tokyo, Japan, pp.185~190. (in Japanese)
- Suzuki, T., K. Nakai, Y. Yoshie, T. Shirai and T. Hirano, 1993. Effect of sodium alginates rich in guluronic acid and mannuronic acids on cholesterol levels and digestive organs of high-cholesterol-fed rats. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59, 545~551. (in Japanese)
- Takahashi, T. 1941. Seaweed industry. *Kogyodosho*, Tokyo, Japan, pp.417~422. (in Japanese)
- Teraoka, H., F. Morii and J. Kobayashi, 1981. The concentrations of 24 elements in foodstuffs and estimate of their daily intake. *Nutrition and Food*, 34, 221~239. (in Japanese)
- Tuckerman, M.M. 1983. The minerals in "human nutrition" by Tuckerman, M. and Turco, S.J., Lea & Febiger, Philadelphia, U.S.A. pp. 134~155.
- Yoon, S.S. 1990. Korean food history research. *Shinkwang Publishing Co.*, Seoul, 38~39. (in Korean)
- Yoshie, Y., T. Suzuki, T. Shirai and T. Hirano. 1993. Dietary fiber and minerals in dried nori of various culture location and prices. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(10), 1763~1767. (in Japanese)

1994년 6월 27일 접수

1995년 1월 7일 수리