生産地ならびに価格の異なる乾のりの食物繊維および無機質

吉江由美子, 鈴木 健, 白井隆明, 平野敏行

(1993 年 4 月 6 日受付)

Dietary Fiber and Minerals in Dried Nori of
Various Culture Locations and PricesYumiko Yoshie,* Takeshi Suzuki,* Takaaki Shirai,*
and Toshiyuki Hirano*

Dietary fiber and minerals were analyzed in dried nori *Porphyra yezoensis* which was cultivated in eight main prefectures, i.e. Miyagi, Chiba, Aichi, Mie, Hyogo, Kagawa, Saga, and Kumamoto, and classified by price at auction. Insoluble dietary fiber was distributed within the range of 14.6~38.9 g per 100 g dry matter, and soluble dietary fiber within the range of 3.1~32.4 g. Therefore, the total dietary fiber ranged from 19.6 to 59.8 g. Low price nori as well as the sample harvested in March tended to contain high amounts of total dietary fiber. There were considerable variations in the contents of potassium (1,610~4,100 mg/100 g dry matter), sodium (510~2,790 mg), magnesium (53~249 mg), calcium (46~331 mg), iron (2.1~11.5 mg), zinc (0.9~6.7 mg), manganese (0~4.1 mg), and copper (0.1~0.8 mg). Mineral levels in nori seemed not to be correlated with the mineral concentration in sea water. No adequate correlation between these contents and prices was estimated from the results of the calculations.

ノリの養殖は1940年代まではアサクサノリ *Porphyra tenera* が用いられ、ノリの養殖に適した生産地で栽培されていたが、1950年以降からのスサビノリ *Porphyra yezoensis* の育種導入によって全国的に普及し、¹⁾ 今日ではノリの生産量の9割は養殖によって得られている。²⁾ ノリは、1991年に乾のりとして約100億枚、乾燥重量で3.2万トンの生産量となり、これはワカメなどの他の養殖できる海藻と比較しても最も生産量が多く、³⁾ そのほとんどすべては生産地で家内工業的にすかれ、乾のりに加工されている。³⁾ 乾のりの価格の設定は入札によって決められ、この際の品質の評価の基準となるのは色、つや、香りといわれており、⁴⁾ 価格設定は生産量によって変動することもある。

これまでに海藻を多種類にわたって成分分析した報告はあるが、生産地、価格、採取時期の異なる乾のりについて詳細に分析した報告はみられない。乾のりの加工は、生産地によって熟成過程を経るものと経ないものがあり、⁵⁾ それによる成分の損失や変化もありうるため、生産地による成分の相違が起こることも考えられる。ノリの入札価格については、色、つや、香りなどの官能検査

によって設定されているため、その価格がどれだけ成分と関わりがあるのかが興味深い。

乾のり中に豊富に存在する成分としては、食物繊維、無機質が栄養学上重要な成分として挙げられる。われわれは、海藻食物繊維の生理学的な役割について動物実験を行っており、⁶⁾ 無機質についても研究を行っている。しかしながら、これまでにノリの糖質⁷⁾あるいは無機質⁸⁾について調べたものはあるが、ノリにおける食物繊維の分布ならびに多種類の無機質について詳細に調べた報告はこれまでにみられない。そこで本研究では、生産地としては日本国内の宮城から熊本までの8県、価格は各産地の代表的価格3段階、採取時期はノリ生産の最盛期の1月と末期の3月を選んで試料とし、食物繊維、無機質について測定することとした。

実験方法

試料 ノリ *Porphyra yezoensis* は、宮城、千葉、愛知、三重、兵庫、香川、佐賀ならびに熊本の8県で養殖され、1991年の1月と3月に採取された。これらは採取地で乾製品とされ、入札によって価格分けされたもので、各

* 東京水産大学食品生産学科 (Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato, Tokyo 108, Japan).

Table 1. Prices of dried nori (Yen/100 sheets)

Growing place	Miyagi			Chiba			Aichi			Mie		
	H*1	M*2	L*3	H	M	L	H	M	L	H	M	L
January	1,439	1,109	985	3,380	1,452	1,020	3,160	1,589	700	1,638	1,800	1,020
March	1,229	906	791	3,130	1,380	740	1,021	946	490	1,153	923	398

Growing place	Hyogo			Kagawa			Saga			Kumamoto		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
January	2,409	1,329	1,059	1,521	1,299	959	4,690	2,121	1,233	1,719	1,249	690
March	2,089	1,152	969	1,159	1,125	589	619	414	300	1,000	619	479

*1 High price sample, *2 middle price sample, *3 low price sample.

Table 2. Dietary fiber of dried nori (g/100 g)

Growing place Month		Miyagi			Chiba			Aichi			Mie		
		H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
January	IDF* ¹	31.4	34.4	35.7	18.5	26.6	27.4	24.0	26.7	25.9	26.3	28.5	28.4
	SDF* ²	8.7	7.7	6.5	4.4	3.1	6.2	11.0	7.1	6.1	10.4	12.4	10.4
	TDF* ³	40.1	42.1	42.3	22.2	29.7	33.6	35.0	33.8	32.3	36.7	40.9	38.8
March	IDF	25.0	28.5	33.2	15.5	17.0	16.8	23.9	23.2	19.2	16.9	17.9	20.0
	SDF	10.9	16.9	10.1	7.7	5.9	13.8	5.7	10.9	6.1	19.0	16.2	19.0
	TDF	35.9	45.4	43.3	23.2	22.9	30.6	29.6	34.1	25.3	35.9	34.1	39.0

Growing place Month		Hyogo			Kagawa			Saga			Kumamoto		
		H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
January	IDF* ¹	29.3	34.4	35.5	29.7	31.4	34.3	17.6	17.0	18.3	19.1	23.1	36.3
	SDF* ²	10.7	3.4	11.8	6.8	13.5	25.5	14.1	9.7	11.3	32.4	16.4	23.1
	TDF* ³	40.0	37.8	47.3	37.5	44.9	59.8	31.7	26.7	29.6	51.5	39.5	59.4
March	IDF	38.9	36.1	38.9	14.6	28.7	27.9	20.4	28.5	18.6	19.5	24.6	33.1
	SDF	6.8	17.1	3.6	5.0	8.7	11.3	8.7	13.7	16.0	10.2	13.1	10.7
	TDF	45.7	53.2	42.5	19.6	37.4	39.2	29.1	42.2	34.5	29.7	37.7	43.8

*1 Insoluble dietary fiber, *2 soluble dietary fiber, *3 total dietary fiber.

生産地の価格帯を高・中・低価格品の3つに分け、その中心価格の製品を試料とした。検体数は合計48で、詳細はTable 1に示したとおりである。すべての試料は、30メッシュ以下になるように粉碎した後、実験に供した。

水分 常圧加熱乾燥法⁹⁾によって測定した。

食物繊維 酵素重量法であるProskyら¹⁰⁾の方法に基づいて食物繊維の測定を行った。試料にパンクレアチンで酵素処理を行い、濾過によって水溶性画分と不溶性画分とに分け、水溶性画分には、エタノールを加えて食物繊維を沈殿させ、水溶性食物繊維を得た。そして不溶性食物繊維量と水溶性食物繊維量との和を総食物繊維量とした。

無機質 常法¹¹⁾に従って試料を過塩素酸、硫酸、硝酸を用いてケルダールフラスコ内で湿式灰化した後、誘導結合プラズマ質量分析機 (Inductively coupled argon plasma emission spectrometry; 島津製作所, ICPS-1000 III) によってナトリウム、カリウム、カルシウム、マグ

ネシウム、鉄、マンガン、亜鉛、銅の分析を行った。各元素の標準試薬には原子吸光分析用標準液 (1000 ppm, 和光純薬) を用い、適宜希釈して検量線を作成した。

無機質の分析に使用した実験器具はすべて塩酸で洗浄し、試薬は微量金属測定用、水は2回蒸留した精製水を用いた。

結果および考察

食物繊維の分布 千葉、佐賀などの8県で養殖され、1月と3月に採取され、入札で価格分けされたノリの食物繊維の分析結果をTable 2に示した。結果は不溶性、水溶性および総食物繊維量を試料の無水物100g当たりのg数で表示した。

本研究のノリの不溶性食物繊維 (IDF) については、1月の試料を見ると17.0~36.3gであり、宮城、兵庫、香川で多く、佐賀で少なかったが、多くの試料は20~30gの範囲にあった。3月の試料では14.6~38.9g含まれており、兵庫が多く、千葉、三重が少なかった。一方、水

溶性食物繊維 (SDF) は 1 月において 3.1~32.4 g と熊本が多く、宮城、千葉が少ないなど生産地によりかなり差があったが、3 月においては 5.0~19.0 g と顕著な差異は見られなかった。また、熊本の 1 月、および三重の 3 月の高価格品の 2 例を除く全試料については、水溶性食物繊維量よりも不溶性食物繊維量のほうが多かった。不溶性食物繊維と水溶性食物繊維の和として計算された総食物繊維量 (TDF) は、生産地により 1 月では 22.2~59.4 g の範囲にあり、熊本で多く、千葉、佐賀で少なく、3 月においては 19.6~53.2 g の範囲にあり、兵庫で多く、千葉で少なかった。1 月および 3 月の総食物繊維の平均値はそれぞれ 38.9 g および 35.6 g で、地方衛生研究所全国協議会¹²⁾の報告したノリの乾物 100 g 当たり 31.0 g に比べるとやや多いことがわかる。以上の総食物繊維量については、宮城、兵庫、三重、愛知、千葉の順に多く、これら 5 県以外の香川、佐賀、熊本については価格による差異が大きかったことがわかった。

次に、生産地によって食物繊維含量とノリの価格との関係を見ると、宮城、千葉、香川の製品で、低価格品ほど食物繊維量が多いという傾向を示した。そこですべての生産地について、価格と不溶性、水溶性および総食物繊維量との相関係数を算出してみたが、1 月ではそれぞれ -0.353, 0.005 および -0.245, 3 月ではそれぞれ 0.067, -0.230 および -0.057 となり、価格と食物繊維含量とに相関は認められなかった。

これまでにノリの食物繊維について地域、季節、価格による差異を同時に比較検討した報告はみられない。ノ

リの品質と一般成分との関係を調べた野田⁷⁾によると、加水分解による還元糖量より求めた炭水化物含量は、低価格品ほど多いと述べている。この炭水化物を本研究の総食物繊維量として比較してみたところ、上記の宮城・千葉の 2 県で養殖したノリでは同様の傾向が得られた。しかしながら、残りの 6 県の試料についてみると、食物繊維量はノリの価格を示す基準にはならないことが示された。また、ノリの養殖の終期に採取した試料は粗繊維と炭水化物含量が多いと報告⁷⁾しているが、これについては本研究の 1 月と 3 月のノリの比較において同様の結果が得られた。

乾のりの加工工程は地域によって異なり、兵庫では熟成時間が最も長いのにに対し、千葉では熟成が行われていない。¹³⁾ これまでに加工による食物繊維量の変化を測定した報告はないが、加工により溶出した糖は各過程で失われていくと述べられている。¹⁸⁾ このようなことから、熟成によって流出する成分が多くなると乾物当たりの不溶性食物繊維量が多くなるという結果が得られることも考えられる。そこでわれわれの研究室において乾のりの加工工程における構成成分の変化、ならびに熟成の影響について現在分析を続けている。

無機質 ノリに含まれる 8 種無機質の分析結果は 1 月の試料を Table 3 に、3 月の試料を Table 4 に示し、試料の無水物 100 g 当たりの mg 数で表示した。

1 月の乾のりにおいては、カリウムが最も多く、三重の下級品の 1,610 mg を除くといずれも 3,750~3,990 mg の範囲にあり、平均値は 3,820 mg であった。ナトリ

Table 3. Minerals of dried nori produced in January (mg/100 g)

Growing place Minerals	Miyagi			Chiba			Aichi			Mie		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Na	630	660	1650	1600	1530	1840	1020	2220	1470	2660	870	870
K	3950	3880	3990	3980	3920	3830	3960	3870	3960	3960	3750	1610
Ca	285	331	217	109	136	133	182	72	113	102	116	221
Mg	126	118	130	173	181	155	169	178	191	172	216	170
Fe	8.21	7.70	2.80	9.24	8.98	11.5	11.2	10.6	9.21	5.28	10.3	4.79
Mn	1.80	1.77	2.04	0.08	2.47	2.14	2.05	3.06	4.08	1.57	2.59	3.16
Zn	3.26	2.61	4.31	2.72	3.25	2.71	3.10	3.16	3.61	1.83	2.76	1.51
Cu	0.41	0.36	0.43	0.43	0.32	0.23	0.76	0.45	0.49	0.29	0.39	0.24

Growing place Minerals	Hyogo			Kagawa			Saga			Kumamoto		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Na	3220	570	3060	1420	1490	540	1230	750	1130	2590	1800	860
K	3930	3930	3730	3980	3960	3810	3940	3960	3960	3960	3970	3900
Ca	93	85	77	78	70	182	133	92	121	114	166	157
Mg	249	221	267	178	157	53	168	201	190	197	204	214
Fe	11.4	12.6	8.45	4.92	6.35	6.65	6.16	6.88	5.82	8.66	7.51	5.90
Mn	2.25	2.40	2.17	1.97	1.51	+	1.62	1.78	1.42	2.12	3.06	1.65
Zn	6.73	6.70	6.83	3.14	2.57	2.00	2.68	2.78	4.93	2.28	2.70	2.01
Cu	0.53	0.56	1.12	0.43	0.26	0.35	0.32	0.38	0.31	0.28	0.25	0.34

Table 4. Minerals of dried nori produced in March (mg/100 g)

Growing place Minerals	Miyagi			Chiba			Aichi			Mie		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Na	2750	2260	510	1660	1870	3350	620	890	1860	870	880	1020
K	3950	3930	3920	3910	3940	3950	3810	3960	3960	3970	3810	3900
Ca	202	101	161	158	113	114	111	110	69	128	196	138
Mg	187	173	99	179	169	200	126	153	179	137	172	203
Fe	6.84	6.33	2.12	7.19	6.32	6.42	4.32	3.77	2.67	2.92	6.11	5.03
Mn	2.22	1.82	0.86	2.16	1.76	1.18	1.39	1.25	1.41	1.90	1.07	2.14
Zn	2.27	2.53	2.11	2.33	2.37	2.35	2.51	2.58	5.67	2.11	2.03	1.94
Cu	0.23	0.05	0.26	0.25	0.26	0.28	0.54	0.37	0.68	0.42	0.67	0.53

Growing place Minerals	Hyogo			Kagawa			Saga			Kumamoto		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Na	2290	2430	2790	2590	1290	450	1140	1140	1930	2090	720	750
K	3970	3910	3970	3930	3890	3880	4060	3800	3950	3940	4100	3870
Ca	89	122	107	81	96	214	77	131	142	81	154	46
Mg	175	228	204	215	190	156	205	204	222	189	211	111
Fe	6.23	6.91	7.03	7.70	8.28	5.23	9.03	9.10	4.82	2.40	7.35	2.76
Mn	1.00	1.18	1.20	1.67	2.04	1.23	1.51	2.08	0.89	1.83	1.06	1.27
Zn	2.14	2.33	2.41	3.69	2.91	2.93	4.03	3.38	1.99	2.56	2.21	0.90
Cu	0.30	0.48	0.68	0.45	0.46	0.28	0.57	0.43	0.61	0.41	0.41	0.10

ウムがこれに次ぎ、平均で 1,490 mg 含まれていたが、その分布は 570~3,220 mg と広範囲であった。続いて平均値の大きいものから並べるとマグネシウム 178 mg, カルシウム 141 mg, 鉄 7.96 mg, 亜鉛 3.34 mg, マンガン 2.03 mg, 銅 0.41 mg の順となった。3 月の試料も同様で平均値は、カリウム 3,930 mg, ナトリウム 1,590 mg, マグネシウム 179 mg, カルシウム 123 mg, 鉄 5.70 mg, 亜鉛 2.60 mg, マンガン 1.51 mg, 銅 0.41 mg であった。

1 月の試料ではカリウム, マグネシウム, マンガン, 亜鉛および銅がノリの価格にかかわらず, 生産地ごとにほぼ一定の値であり, 3 月の試料ではカリウムと亜鉛が, 同様の結果を示した。しかし, 1 月のノリにおいてカルシウムは, 宮城の 200~300 mg に対して千葉の 100~150 mg となるように, 生産地による値の分布が異なっていた。このように生産地によっていく種類かの無機質の含量はかなり異なることが分かった。同じ生産地においても無機質の含量は価格によって変動することもあることから, 野田⁹⁾が述べているように, 海水中の無機質濃度と海藻中の濃度との間に関係はないと思われた。

乾のりの加工は, 原藻を細断し, 水中で洗浄, 熟成した後, 調査過程を経てから板状にすいて乾燥するというものである⁹⁾が, 無機質は加工中に変動することが考えられる。前述のように海水濃度と原藻のもつ無機質の濃度とは関係がないが, 乾のりに至るまでの過程で無機質の種類により含量は大きく影響されている。¹³⁾ このようなことから, 価格との相関がなく, 無機質の種類によ

っては生産地ごとにはほぼ一定の値を示す理由の一つは調査によると考えられる。

ノリの価格と無機質の含量については, これまでに低価格品に鉄, カルシウム, マンガンが多いとした報告¹⁴⁾がある。そこで, 本研究のノリの価格と鉄, カルシウム, マンガンの含量との相関係数を算出してみたところ, 1 月の試料ではそれぞれ 0.168, -0.160, -0.420, 3 月ではそれぞれ 0.191, 0.524, 0.268 となり, 価格と無機質の含量に相関はみられなかった。

海藻の無機質に関する報告¹⁵⁾によると, 紅藻の鉄含量は 10~664 mg というが, 本報告の最小値はそれよりも小さく, 2 mg 以上という結果となった。また, 海藻の無機質を概算してナトリウム 440 mg, カリウム 14 mg, カルシウム 80 mg, マグネシウム 25 mg, 鉄 4.5 mg, マンガン 0.4 mg, 亜鉛 1.9 mg, 銅 0.03 mg としている報告¹⁶⁾もあるが, 乾のりにはすべての元素がこれらの値よりも多く含まれていた。以上の結果から, 同じ種類の試料においても生産地, 価格, 時期によって無機質の含量は大きく変動することが示唆された。

無機質についても加工過程において食塩の含量が減少するという報告¹³⁾があるので, 各種の無機質が加工によってどのような消長を示すのかも現在検討中である。また, 本報告では含有されている無機質の総量を測定してきたが, 栄養学上の有用性は無機質の化学的形態ならびに食品中の阻害物質や促進物質により影響を受けるので, これらについて今後検討の予定である。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、試料の入手にご協力をいただいた全国漁業協同組合連合会の石田浩氏に深くお礼申し上げます。本研究は全国漁連のり事業推進協議会の奨学寄付金により行われたもので、ここに記して謝意を表します。

文 献

- 1) 三浦昭雄: ノリの生産と利用, 栽培加工技術の変遷, 食の化学, 154, 38-50 (1990).
- 2) 三浦昭雄: 養殖ノリの種類, とくに最近東京湾に著しくふえた「スサビノリ」について. 私たちの海苔研究. 全海苔・浅増中, 6, 95-107 (1957).
- 3) 三浦昭雄: ノリ, 食用藻類の栽培 (三浦昭雄編), 恒星社厚生閣, 東京, 1992, pp. 11-23.
- 4) 全漁連: 「のりごよみ」(須藤俊彦監修), 全国漁業協同組合連合会, 東京, 1992, pp. 114-131.
- 5) 野田宏行, 岩田静昌: 海苔製品向上の手引き, 全国海苔貝類漁業協同組合連合会, 東京, 1978, pp. 30-46.
- 6) T. Suzuki, K. Nakai, Y. Yoshie, T. Shirai, and T. Hirano: Effect of alginates rich in guluronic and mannuronic acids on cholesterol levels and digestive organs of high-cholesterol-fed rats. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59, 545-551

(1993).

- 7) 野田宏行: 海藻の生化学的研究-II. あさくさのりの品質と一般成分との関係. 日水誌, 37, 30-34 (1971).
- 8) 野田宏行: 微量元素要求, 「海藻の生化学と利用」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 1983, pp. 23-32.
- 9) 堤 忠一: 常圧加熱乾燥法, 「食品分析法」(日本食品工業学会, 日本食品分析法編集委員会編), 光琳, 東京, 1982, pp. 4-8.
- 10) L. Prosky, N.-G. Asp, T. F. Schweizer, J. W. DeVries, and I. Furda: Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Intercolaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 71, 1017-1023 (1988).
- 11) 見目明雄: 湿式灰化法, 「第2版食品分析ハンドブック」(小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之編), 建帛社, 東京, 1972, pp. 259-260.
- 12) 地方衛生研究所全国協議会: 「表示栄養成分の分析法と摂取量に関する研究」(地方衛生研究所全国協議会編), 地方衛生研究所全国協議会事務局, 大阪, 1987, pp. 50-77.
- 13) 野田宏行, 岩田静昌: 海苔製品向上の手引き, 全国海苔貝類漁業協同組合連合会, 東京, 1978, pp. 165-228.
- 14) 野田宏行: 海藻の生化学的研究-III. あさくさのりの品質と無機成分との関係. 日水誌, 37, 35-39 (1971).
- 15) 不破敬一郎, 土器屋由紀子: 海洋生物中の諸元素, 「海洋生化学」, (海洋科学基礎講座編集委員会編), 東海大学出版会, 1973, pp. 25-37.
- 16) 寺岡久之, 森井ふじ, 小林 純: 食品に含まれる24種の元素および1日の元素摂取量について. 栄養と食糧, 34, 221-239 (1981).