

乾のりの加工工程における成分変化

| | |
|-------|--------------------------------------|
| 誌名 | 日本水産學會誌 |
| ISSN | 00215392 |
| 著者 | 吉江, 由美子 鈴木, 健 白井, 隆明 平野, 敏行 |
| 巻/号 | 60巻1号 |
| 掲載ページ | p. 117-123 |
| 発行年月 | 1994年1月 |

乾のりの加工工程における成分変化

吉江由美子, 鈴木 健, 白井隆明, 平野敏行

(1993年7月23日受付)

Changes in the Contents of Dietary Fibers, Minerals, Free Amino Acids, and Fatty Acids during Processing of Dried Nori

Yumiko Yoshie,* Takeshi Suzuki,* Takaaki Shirai,*
and Toshiyuki Hirano*

The changes in the contents of dietary fibers, minerals, and free amino acids, and the fatty acid compositions of dried "nori" *Porphyra yezoensis* were examined during processing such as by cutting, mincing, mixing, and softening. The amount of soluble dietary fiber in nori cultivated at Chiba Prefecture was larger than that in Hyogo Prefecture; however, insoluble dietary fiber was reversed in each manufacturing process. Sodium and calcium contents of nori cultivated in Hyogo were larger than those in Chiba. Free amino acid contents such as taurine, alanine, and glutamic acid were higher in Chiba than in Hyogo during processing. Fat contents and the rate of icosapentaenoic acid in total lipid in the nori from Chiba were high, when compared with the counterpart in the process. There were no significant changes in any of the components during processing, when the results were expressed as g or mg per 100 g of dry matter in each process. Therefore, we concluded that the specified components of nori were not lost to any significant degree in laver fronds during the processing of dried nori.

キーワード: 干しのり, 加工, 食物繊維, 遊離アミノ酸

前報^{1,2)}では日本の国内で生産され、生産地、価格ならびに採取時期の異なる乾のりについてその食物繊維、無機質、遊離アミノ酸および脂肪酸組成を測定したが、入札によってつけられた価格と上記成分の間には相関はみられなかった。その理由として乾のりの品質が澁きあがり、色、つや、かたさなどを基準とした入札によって決められていることが挙げられる。乾のりの製法は、古くは沿岸地域の家庭において採取され、洗浄されたノリを、包丁で細断した後、すのこのような風通しのよいものの上に紙状に広げ、天日で乾燥させて製品としていた。³⁾ 現在ではこの工程を機械化し、ノリ原藻を採取後、水で洗浄し、回転するように設置されたカッターで裁断し、さらにミンチで細かくし、練りながら熟成して軟化し、抄き水を混ぜ合わせて調合した後に、30℃で2時間から2時間30分乾燥するという加工工程を経て乾製品としている。^{4,9)} これらの加工工程については、生産地によって採取されるノリ原藻の品質が異なるために、それぞれの工程に要する時間や過程そのものが多少異なることが知られている。^{7,9)} 熟成はミンチされて細かくなってノリを練ることによって軟化させる工程であるが、兵庫

では初期に採取したノリでは熟成操作を行っていないが、後期には熟成を2時間から5時間程度行うことがある。一方、千葉の乾のりは熟成を行わずに製造される。

このような各加工工程において水溶性成分が多く流出し、不溶性成分の損失はそれに比べて少ないものと考えられる。そこで本研究では、加工工程の異なる生産地から得た試料を用いて、ノリの栄養や呈味にかかわる成分として食物繊維、無機質、遊離アミノ酸、脂質の含量および脂肪酸組成の変動を検討することとした。

実験方法

試料 スサビノリ *Porphyra yezoensis* は千葉および兵庫の2県で養殖され、それぞれ1992年の12月および1993年の3月に採取された。加工工程における試料は千葉産において原藻、裁断、ミンチ、調合および乾製品、兵庫産においては原藻、ミンチ、熟成、調合および乾製品の各段階から取った。乾製品については、30メッシュ以下になるように粉碎した後、実験に供した。これ以外の各試料はペーパータオルで水分を除去し、原藻については細切した後実験に用いた。

* 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).

水分 常圧加熱乾燥法¹⁰⁾によって測定した。

食物繊維 Prosky ら¹¹⁾の方法に基づく酵素重量法で食物繊維の測定を行った。¹⁾

無機質 常法¹²⁾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, 誘導結合プラズマ発光分析機(日立 P-5200)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,

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た。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。

遊離アミノ酸 試料から80%メタノールを用いて抽出液を調製し, アミノ酸自動分析機(日本電子 JLC-300)により測定した。

脂質含量 試料を Bligh-Dyer 法¹³⁾に基づいてクロロホルム-メタノール溶液で抽出し, 減圧乾燥し, 重量から求めた。

Table 1. Changes in the dietary fiber contents of nori during processing (Produced at Chiba Prefecture)
(g/100 g dry matter)

| Dietary fiber | Frond | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|---------------|-------|---------|---------|--------|------------|
| Insoluble | 13.5 | 12.7 | 13.9 | 15.5 | 15.6 |
| Soluble | 10.8 | 10.2 | 10.3 | 8.6 | 10.8 |
| Total | 24.2 | 22.9 | 24.3 | 24.1 | 26.4 |

Table 2. Changes in the dietary fiber contents of nori during processing (Produced at Hyogo Prefecture)
(g/100 g dry matter)

| Dietary fiber | Frond | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|---------------|-------|---------|---------|--------|------------|
| Insoluble | 38.3 | 37.1 | 38.9 | 38.8 | 39.3 |
| Soluble | 6.2 | 5.9 | 6.5 | 6.9 | 7.2 |
| Total | 44.5 | 43.0 | 45.4 | 45.7 | 46.5 |

Table 3. Changes in the mineral contents of nori during processing (Produced at Chiba Prefecture)
(mg/100 g dry matter)

| | Frond | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|----|-------|---------|---------|--------|------------|
| Na | 2050 | 1610 | 1520 | 1770 | 1790 |
| K | 4210 | 3810 | 3550 | 3900 | 3930 |
| Ca | 159 | 138 | 107 | 144 | 135 |
| Mg | 187 | 172 | 165 | 188 | 187 |
| Fe | 15.4 | 14.2 | 14.0 | 15.2 | 15.7 |
| Mn | 2.57 | 2.32 | 2.29 | 2.39 | 2.37 |
| Zn | 4.61 | 4.35 | 4.42 | 4.58 | 4.78 |
| Cu | 0.54 | 0.47 | 0.41 | 0.49 | 0.46 |

Table 4. Changes in the mineral contents of nori during processing (Produced at Hyogo Prefecture)
(mg/100 g dry matter)

| | Frond | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|----|-------|---------|---------|--------|------------|
| Na | 3250 | 2730 | 2500 | 2790 | 2810 |
| K | 4100 | 3790 | 3600 | 3960 | 3980 |
| Ca | 142 | 117 | 96 | 128 | 122 |
| Mg | 219 | 202 | 194 | 218 | 210 |
| Fe | 7.34 | 6.95 | 6.74 | 7.52 | 7.61 |
| Mn | 1.34 | 1.22 | 1.05 | 1.13 | 1.18 |
| Zn | 2.95 | 2.49 | 2.33 | 2.80 | 2.99 |
| Cu | 0.56 | 0.45 | 0.43 | 0.48 | 0.51 |

Table 5. Changes in the free amino acid contents of nori during processing (Produced at Chiba Prefecture) (mg/100 g dry matter)

| Amino acid | Fronde | Cutting | Softening | Mixing | Dried nori |
|------------------------------|--------|---------|-----------|--------|------------|
| Taurine | 1890 | 1440 | 1380 | 1490 | 1520 |
| Aspartic acid | 148 | 113 | 142 | 215 | 163 |
| Threonine | 12 | 14 | 15 | 20 | 17 |
| Serine | 20 | 13 | 14 | 21 | 19 |
| Asparagine | 27 | 25 | 24 | 30 | 30 |
| Glutamic acid | 635 | 661 | 752 | 879 | 938 |
| Proline | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Glycine | 11 | 13 | 13 | 16 | 12 |
| Alanine | 911 | 1050 | 907 | 894 | 943 |
| Citrulline | 58 | 60 | 55 | 59 | 74 |
| α -Amino butyric acid | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| Valine | 3 | 15 | 18 | 24 | 22 |
| Isoleucine | 12 | 11 | 12 | 19 | 12 |
| Leucine | 12 | 11 | 15 | 23 | 16 |
| Tyrosine | 7 | 8 | 9 | 10 | 3 |
| β -Alanine | 16 | 16 | 15 | 16 | 17 |
| Phenylalanine | 5 | 6 | 7 | 10 | 9 |
| γ -Amino butyric acid | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ornithine | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| Histidine | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Lysine | 8 | 9 | 7 | 9 | 5 |
| Arginine | 9 | 11 | 12 | 15 | 7 |
| Total | 3379 | 3493 | 3409 | 3762 | 3818 |

脂肪酸組成 上記のクロロホルム-メタノール抽出液の脂肪酸をメチルエステル化¹⁴⁾し、これをキャピラリーカラム (Spelcowax™ 10) を用いたガスクロマトグラフィー (島津 GC-14A) によって分析を行い、脂肪酸組成を求めた。²⁾

結果および考察

食物繊維 千葉および兵庫の乾のり加工工程におけるノリの食物繊維の分析結果を、それぞれ Table 1 および 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各加工工程の試料の乾物 100 g 当たりの g 数で表示した。

千葉の試料において (Table 1)、不溶性食物繊維は原藻の 13.5 g と比べ裁断では 5.3% 少ないものの、調査では 15.5 g と大きくなり、その後乾のりではほとんど変化しなかった。実際には、裁断、水洗などの乾のりの加工工程で成分は失われる場合しか考えられない。今回、原藻に比べて加工工程において高いという結果は、不溶性食物繊維以外の成分がより多く失われたため、各工程の乾物当たりで算出した値では相対的に増加したようにみえることが考えられる。水溶性食物繊維は原藻の 10.8 g と比較して調査の 8.6 g まではいずれも少ないが、乾のり

りでは原藻と同じ 10.8 g となった。不溶性食物繊維量の高低と同様に水溶性食物繊維は、これ以外の成分の変化によって相対的に増減したと考えられる。その結果、総食物繊維は原藻の 24.2 g に比べ裁断では 22.9 g と少ないものの、4% 前後の増減を示した後に、乾のりで 26.4 g となり原藻より高い値となった。

兵庫の試料において (Table 2)、不溶性食物繊維は原藻の 38.3 g よりミンチでは 3.2% 少ないが、大きな変動はなく、乾のりでは 39.3 g と原藻に比べて 2.6% 高いことがわかる。水溶性食物繊維はもとの 6.2 g に対しミンチでは少なく、熟成過程では原藻よりも高くなり、乾のりまでの工程でさらに高くなり、7.2 g となった。総食物繊維は 44.5 g であったのに対しミンチで 3.4% 少なく、熟成で 4.5% 多くなり 46.5 g となった。Table 1 および 2 から全体に千葉のノリには水溶性食物繊維が多く、兵庫のノリには不溶性食物繊維が多いという結果が示されており、これは前報¹⁾での千葉と兵庫産の乾のりの食物繊維含量と同様の傾向であった。

本研究のすべての結果を原藻 100 g 当たりで表示することができるならば、成分の増減は明確に比較できるが、加工工程中の試料を採取したため、原藻当たりで示すことは不可能であった。そこで、本研究では各工程に

Table 6. Changes in the free amino acid contents of nori during processing (Produced at Hyogo Prefecture) (mg/100 g dry matter)

| Amino acid | Fronde | Cutting | Softening | Mixing | Dried nori |
|------------------------------|--------|---------|-----------|--------|------------|
| Taurine | 1070 | 1060 | 1060 | 1070 | 1090 |
| Aspartic acid | 248 | 239 | 231 | 248 | 250 |
| Threonine | 25 | 21 | 20 | 23 | 26 |
| Serine | 20 | 20 | 19 | 19 | 19 |
| Asparagine | 72 | 68 | 68 | 73 | 75 |
| Glutamic acid | 675 | 661 | 652 | 676 | 680 |
| Proline | 10 | 7 | 6 | 8 | 10 |
| Glycine | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 |
| Alanine | 776 | 763 | 761 | 774 | 780 |
| Citrulline | 54 | 52 | 52 | 52 | 53 |
| α -Amino butyric acid | 8 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| Valine | 25 | 23 | 21 | 24 | 29 |
| Isoleucine | 16 | 11 | 12 | 19 | 18 |
| Leucine | 22 | 19 | 17 | 23 | 26 |
| Tyrosine | 9 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| β -Alanine | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Phenylalanine | 8 | 6 | 7 | 10 | 12 |
| γ -Amino butyric acid | 20 | 15 | 14 | 18 | 21 |
| Ornithine | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Histidine | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lysine | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Arginine | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 3080 | 3065 | 3031 | 3076 | 3130 |

Table 7. Changes in the fat contents of nori during processing (Produced at Chiba Prefecture) (g/100 g dry matter)

| | Fronde | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|-----|--------|---------|---------|--------|------------|
| Fat | 3.56 | 3.43 | 3.41 | 3.39 | 3.43 |

Table 8. Changes in the fat contents of nori during processing (Produced at Hyogo Prefecture) (g/100 g dry matter)

| | Fronde | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|-----|--------|---------|---------|--------|------------|
| Fat | 3.41 | 3.38 | 3.21 | 3.16 | 3.12 |

おける成分の含量を試料の乾物 100 g 当たりの g あるいは mg 数で表示し、これを比較することとした。

当初は各工程において水溶性成分が多く流出し、不溶性成分の損失はそれに比べて少ないものと考えていた。しかしながら、工程によって水溶性、不溶性のどちらかが失われやすいことはあったものの、原藻と製品との比較で顕著な差異が認められなかった。そのため、乾のりの加工工程における成分の損失は著しいものではなく、水溶性、不溶性ともほぼ均一に失われていることが推定された。また、熟成工程も食物繊維量を大きく左右するという影響を及ぼさないことがわかった。

無機質 ノリに含まれる 8 種無機質の分析結果を千葉については Table 3 に、兵庫については Table 4 に、試料の乾物 100 g 当たりの mg 数で示した。

千葉の試料における無機質の分布は前報¹⁾と同様に、カリウム、ナトリウム、マグネシウム、カルシウム、鉄、亜鉛、マンガン、銅の順であった (Table 3)。千葉においてはカルシウムが原藻で 159 mg であったが、ミンチの工程でもっとも低くなり、調合操作によって回復し、乾のりでは原藻に比べ 15.1% 低い 135 mg となった。カリウムは原藻の 4210 mg からミンチで 15.8% 減少したが、調合の工程ではやや高くなり、乾のりでは原藻よりも

Table 9. Changes in fatty acid composition (Produced at Chiba Prefecture)

(%)

| Fatty acid | Fron | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|------------|------|---------|---------|--------|------------|
| 14:0 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.4 |
| 15:0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 16:0 | 29.4 | 26.2 | 32.5 | 29.7 | 31.4 |
| 16:1n-7 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.3 |
| 16:1n-5 | 2.3 | 2.4 | 2.1 | 2.2 | 2.3 |
| 17:0 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.5 |
| 18:0 | 1.3 | 0.9 | 1.9 | 0.6 | 1.2 |
| 18:1n-9 | 3.1 | 1.9 | 3.8 | 2.2 | 3.1 |
| 18:1n-7 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 0.5 |
| 18:2n-6 | 3.2 | 1.6 | 2.1 | 1.5 | 1.7 |
| 19:0 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 18:3n-3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| 18:4n-3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5 |
| 20:1n-9 | 2.4 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 2.7 |
| 20:2n-6 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 1.7 | 0.7 |
| 20:3n-6 | 1.8 | 1.4 | 1.8 | 2.1 | 3.3 |
| 20:4n-6 | 3.2 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.4 |
| 20:3n-3 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| 20:4n-3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| 20:5n-3 | 44.5 | 53.2 | 42.9 | 50.0 | 39.8 |
| 22:0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.3 |
| 22:1n-11 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 22:1n-9 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 22:1n-7 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 21:5n-3 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 0.6 |
| 22:4n-6 | 2.2 | 2.5 | 2.1 | 3.3 | 2.0 |
| 22:5n-6 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 2.5 |
| 24:1n-9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

6.8% 減の 3930 mg となり、工程によって相違は認められたものの、原藻と製品とで差がなかった。ナトリウム、マグネシウム、鉄、マンガン、銅は、それぞれ原藻 2050, 187, 15.4, 2.57, 0.54 mg であり、ミンチで最も少なかった。しかし、その後の工程である調合でわずかにこれらの割合が増加し、乾のりではそれぞれ 1790, 187, 15.7, 2.37, 0.46 mg となった。鉄、亜鉛についてはわずかな差異はあったが、ほぼ一定で著しい変動は認められなかった。この結果から、千葉においてはほとんどの無機質でミンチ工程での含量が少なくなり、その後の調合で相対的に増加したことが確認された。

兵庫における無機質の分布は量の多い順に列べると、前述の千葉と同様であるが、千葉の試料と比較してカルシウムや鉄が少なく、マグネシウムが多いという特徴は前報¹⁾と同様であった (Table 4)。兵庫においてはカルシウムが原藻の 142 mg から熟成の工程で最も低くなり、次の調合操作で高くなり、乾のりでは原藻と比べ 14.1% 少ない 122 mg となった。カリウムは原藻の 4100 mg に対して熟成の工程で最も低くなったが、調合で回復し、

乾のりでは原藻と比べて 2.9% 少ない 3980 mg となり、加工による著しい変化は認められなかった。ナトリウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、マンガン、銅はそれぞれ原藻において 3250, 219, 7.34, 2.95, 1.34, 0.56 mg であったが、熟成で最も低い値を示し、乾のりではそれぞれ 2810, 210, 7.61, 2.99, 1.18, 0.51 mg となった。兵庫においてはすべての無機質で熟成工程での含量が最も少なくなり、調合操作により相対的な値は高くなった。加工工程による無機質の変動の様子は千葉と兵庫でよく類似していたが、ミンチの工程よりも熟成によって更に多くの無機質が失われることがわかった。

調合の工程では冷却した抄き水を添加することが望ましいとされている。⁴⁾ 調合における浸透圧の低下が、乾のりの無機質に及ぼす影響については、現在詳細に検討中である。

無機質の化学形態には遊離、錯体形成、可溶性や不溶性成分との結合などがある。¹⁵⁾ 遊離や低分子成分との結合物などでは水溶性のものがあ、これら無機質は、水を使用した加工工程によって失われやすいと考えられ、

Table 10. Changes in fatty acid composition (Produced at Hyogo Prefecture)

(%)

| Fatty acid | Fronde | Cutting | Mincing | Mixing | Dried nori |
|------------|--------|---------|---------|--------|------------|
| 14:0 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| 15:0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 16:0 | 25.9 | 26.6 | 29.5 | 29.3 | 29.9 |
| 16:1n-7 | 0.3 | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.0 |
| 16:1n-5 | 2.1 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.8 |
| 17:0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 |
| 18:0 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 1.0 |
| 18:1n-9 | 1.5 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 2.1 |
| 18:1n-7 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 1.0 | 0.8 |
| 18:2n-6 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.7 | 1.7 |
| 19:0 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.4 |
| 18:3n-3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| 18:4n-3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.0 |
| 20:1n-9 | 3.3 | 2.7 | 3.4 | 3.2 | 2.6 |
| 20:2n-6 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 1.0 |
| 20:3n-6 | 2.3 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | 0.0 |
| 20:4n-6 | 6.1 | 5.0 | 5.4 | 0.0 | 6.6 |
| 20:3n-3 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 20:4n-3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.0 |
| 20:5n-3 | 48.3 | 47.0 | 46.8 | 50.6 | 46.6 |
| 22:0 | 0.6 | 2.9 | 0.5 | 0.3 | 0.7 |
| 22:1n-11 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| 22:1n-9 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.7 |
| 22:1n-7 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.0 |
| 21:5n-3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.6 |
| 22:4n-6 | 2.0 | 1.7 | 1.5 | 2.1 | 1.4 |
| 22:5n-6 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 1.0 | 0.9 |
| 24:1n-9 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

一方、高分子成分を結合した中には不溶性であるものもあり、これらは損失しにくいものと思われた。しかしながら、食物繊維の変動がいずれの工程でも水溶性が減少して不溶性が相対的に増加することがみられなかったことから、無機質においてもこのような変動は起こらなかったものと推察される。ナトリウムおよびカリウムは生体中でイオン化し、水溶性であることがほとんどであり、¹⁵⁾ 本研究の加工工程において減少を示したものの、調合で相対的に増える傾向を示した。

遊離アミノ酸 それぞれの生産地の加工工程における遊離アミノ酸の分析結果を Table 5, 6 に試料の乾物 100 g 当たりの mg 数で示した。干葉の試料において、タウリンは最も多い成分で、原藻で 1390 mg、ミンチでわずかに少なく 1380 mg となったが、乾のりでは 1520 mg となった (Table 5)。加工工程における他の主要な遊離アミノ酸の含量は、アラニン 907-1050 mg、グルタミン酸 635-938 mg、アスパラギン酸 113-215 mg であり、グルタミン酸、アスパラギン酸で差異がやや大きく、アミノ酸の種類によってその様子が異なっていた。一方、兵庫

においては熟成工程で、以上の多量に含まれているアミノ酸はいずれも最も少ない値となった (Table 6)。タウリンは原藻で 1070 mg であり熟成でこれよりやや少なく 1060 mg、乾のりでは原藻よりわずかに多い 1090 mg となった。アラニン、グルタミン酸、およびアスパラギン酸はそれぞれ 776, 675, 248 mg から熟成で 761, 652, 231 mg となり、乾のりにおいては 780, 680, 250 mg と高い値となった。兵庫の試料については熟成での損失がアミノ酸の種類にかかわらずみられるものの、どの成分についても変化はわずかであった。以上の結果から、いずれの工程においても干葉のノリで兵庫よりもタウリンおよびアラニンの含量が高く、遊離アミノ酸の総量も多く、一方、兵庫のノリには干葉よりもアスパラギン酸が多くみられ、これは前報²⁾で示したように生産地による相違が認められた。グルタミン酸などはノリの呈味に関わる主要な遊離アミノ酸であることが知られている。¹⁶⁾ 遊離アミノ酸は水溶性で乾のりの製造中で消失しやすいものと考えていたが、これらが加工中に溶出し減少することは認められなかった。加工工程が呈味成分に与える

影響は少なく、したがって原藻の遊離アミノ酸含量が味に影響を与えたと考えられる。

脂質 ノリの脂質含量を測定した結果を Table 7 および 8 に試料の乾物 100 g 当たりの g 数で表示した。千葉では脂質含量は原藻の 3.56 g と比べると調合で 3.39 g となり 4.8% 低い、乾のりでは 3.43 g となり、原藻と比較してあまり違いがなかった。兵庫では原藻の 3.41 g から乾のりまで、加工工程を経るにしたがって減少し、乾のりでは原藻より 8.5% 少ない 3.12 g となった。加工中の脂質含量の変化は全般に少なく、前報²⁾と同様に兵庫に比べ千葉のノりに脂質がやや多い傾向があった。

脂肪酸組成 ノリ脂質の脂肪酸組成について Table 9 および 10 に示した。千葉の試料において原藻から調合まではイコサペンタエン酸 ($C_{20:5n-3}$) が 44.5–50.0% と最も多く含まれていたが、乾のりとなった段階で 39.8% に急減した。この原因の一つとして、乾燥によって酸化が進んだことが考えられる (Table 9)。一方、パルミチン酸 ($C_{16:0}$) はイコサペンタエン酸に次ぐ脂肪酸で、29.4% からわずかに増減を示し、裁断工程で最も少なかった。

兵庫においてはイコサペンタエン酸は原藻の 48.3% からわずかに増減を示し、乾のりでは他の工程と比べて最も少ない 46.6% となった。パルミチン酸は原藻の 25.9% が最も低く、乾のりの 29.9% がもっとも高くなっていた (Table 9)。以上のようにノリの主要な脂肪酸はイコサペンタエン酸とパルミチン酸であり、前報²⁾では千葉の乾のりにイコサペンタエン酸が高い割合で含まれていたが、本報告では兵庫に多いという結果となった。

洗浄などで多量の水を使用する乾のりの加工工程においては、ノリに含まれる水溶性成分の損失が起こり、これにより品質が変化するものと考えていた。しかしながら、本研究では、水溶性食物繊維、無機質、遊離アミノ酸の水溶性成分については、原藻から乾のりに至るまで顕著な減少はみられず、原藻と製品に大きな相違は認められなかった。

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一穂義明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) 吉江由美子, 鈴木 健, 白井隆明, 平野敏行: 生産地および価格の異なる乾のりの食物繊維と無機質. 日水誌, **59**, 1763–1767 (1993).
- 2) 吉江由美子, 鈴木 健, 白井隆明, 平野敏行: 生産地および価格の異なる乾のりの遊離アミノ酸と脂肪酸組成. 日水誌, **59**, 1769–1775 (1993).
- 3) 大房 剛: のりおもしろ雑学事典, テクマ秀版社, 東京, 1992, pp. 60–62.
- 4) 倉掛武雄: ノリの抄製と乾燥, 私達の海苔研究 別冊, 44–49 (1965).
- 5) 宮下 章: 海苔の歴史, 全国海苔問屋協同組合連合会, 東京, 1970, pp. 882–885.
- 6) E. Tanikawa: “Marine Products in Japan”, Koseisyu-Koseikaku, Tokyo, 1971, pp. 233–236.
- 7) 野田宏行, 岩田静晶: 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.
- 8) 菊地 嶺: 「水産加工品総覧」(三輪勝利編), 光琳, 東京, 1983, pp. 347–352.
- 9) 三浦昭雄: 「食用藻類の栽培」(三浦昭雄編), 恒星社厚生閣, 東京, 1992, pp. 11–24.
- 10) 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.
- 11) 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: Intercollaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**, 1017–1023 (1988).
- 12) 見目明継: 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.
- 13) E. G. Blich and W. J. Dyer: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911–917 (1959).
- 14) S. A. Hyun, G. V. Vahouny, and C. R. Treadwell: Preparation of methyl esters of short-chain and long-chain fatty acids for gas chromatographic analysis. *Anal. Biochem.*, **10**, 193–202 (1965).
- 15) D. T. Cordon: Total dietary fiber and mineral absorption, in “Dietary Fiber: Chemistry, Physiology, and Health Effects” ed. by D. Krichevsky, C. Bonfield, and J. W. Anderson, Plenum Press, New York and London, 1988, pp. 105–128.
- 16) 須藤俊造監修: 「全漁連のりごよみ」, 全国漁業協同組合連合会, 東京, 1992, pp. 114–131.