

## ノート

## 宮城県産の海苔に含まれる遊離アミノ酸の産地間比較

永木 利幸\*<sup>1</sup>・須藤 篤史\*<sup>2</sup>

Locational Difference in Free Amino Acid contained in 'Nori' produced in Miyagi Prefecture, Japan

Toshiyuki NAGAKI\*<sup>1</sup>, Atsushi SUTO\*<sup>2</sup>

キーワード：乾海苔，焼海苔，遊離アミノ酸，一般成分

宮城県内で生産された乾海苔は、光沢、色、香りを検査され、金属探知機を通された後、宮城県漁業協同組合（以下「県漁協」という。）の共同販売制度（以下「共販」という。）を通じて流通される。このような効率的な集荷・流通体制は、宮城県産の海苔の流通と消費拡大の原動力となってきた。しかし、食品として重要な「味」については、その重要性が認識され、いわゆる味等級が平成23年に制定されたにもかかわらず、従来からの外見にもとづく等級付けが依然として中心である。また、本県水産試験研究機関においても、育苗や病障害対策等の養殖生産技術を中心に研究・普及が進められてきたのに対し、呈味成分や有用成分、官能評価等の検討は、ほとんどなされてこなかった。

今回は、鹽竈神社で開催される「奉獻乾海苔品評会」の優賞品と同一ロットの乾海苔、即ち本県で最も高品質とされる乾海苔を入手するとともに、県内の各浜で生産された焼海苔を幅広く入手することができたので、呈味成分として重要な遊離アミノ酸（以下「FAA」という。）の定量結果を中心に報告する。

## 材料と方法

## 1 試料の乾海苔および焼海苔

鹽竈神社では、「奉獻乾海苔品評会」が毎年開催される。県内の生産者から選りすぐりの乾海苔が100点以上出品され、その中でも光沢、色、香りの優れたものが出選さ

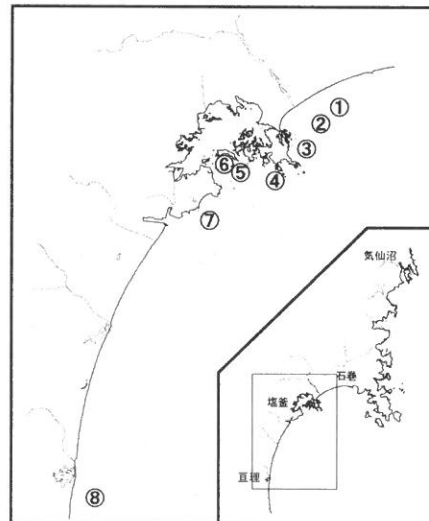


図1 漁場位置図

れ、優賞品は皇室に献上される。平成26年1月11日に表彰式が行われた「第66回奉獻乾海苔品評会」の優賞ロットの乾海苔（1月5日摘採・加工）が生産者から提供された。「数日の間で味が異なった」という生産者の情報から、同一漁場において、優賞ロットの摘採から1日後、2日後および7日後に摘採・加工された乾海苔もあわせて試料とした（図1、表1）。

平成26年6月4日、5日の2日間、「仙山交流味祭 in せんだい」が勾当台公園で開催された。県漁協塩釜総合支所、宮城県漁業士会南部支部の協力で、「みやぎの海苔味くらべ」が行われ、ここで供された焼海苔を試料とした（図1、表2）。また、量販店で平成26年10月30日に購入した佐賀県有明海産および中国産の焼海苔も試料とした。

なお、表2の漁場②の焼海苔は、表1の「1月6日」および「1月7日」に摘採・加工した乾海苔を焙焼したものである。

表1 分析に用いた乾海苔

漁場	摘採・加工日	原藻	等級*
②	1月5日**	冷凍網:1番摘	冷優
	1月6日	冷凍網:1番摘	優
	1月7日	冷凍網:1番摘	冷子優
	1月12日	冷凍網:1番摘	黒優

\*県漁協による乾海苔検査等級

\*\*第66回奉獻乾海苔品評会での優賞ロット

表2 分析に用いた焼海苔

漁場	摘採時期	原藻	原料の乾海苔等級*
①	1月中～下	冷凍網:2番摘	優A
②**	1月上	冷凍網:1番摘	優・冷子優
③	1月下	冷凍網:1番摘	冷優
④	12月下～1月上	冷凍網:1番摘	黒優A・B
⑤	11月上	秋芽網:1番摘	優A
⑥	1月	冷凍網:2番摘	優A
⑦	1月	冷凍網:1番摘	冷優
⑧	2月	冷凍網:3番摘	優B
佐賀県有明海産 (H26.10.30購入)		不明	
中国産 (H26.10.30購入)		不明	

\*県漁協による乾海苔検査等級

\*\*表1の1月6日および1月7日の乾海苔を焙焼したもの

## 2 一般成分

一般成分を常法で分析した。ケルダール法により求めた全窒素量から、窒素-タンパク質換算係数 6.25を乗ずることで粗タンパク量を得た。

水分	常圧加熱乾燥法 (105℃; 5時間)
粗タンパク	ケルダール法 (分解: 420℃; 2時間)
粗脂肪	ソックスレー法
灰分	直接灰化法 (550℃; 2時間)
炭水化物	差し引き法

乾海苔は平成26年6月23日に分析を行った。焼海苔は、①～⑧は平成26年8月18日に、市販の佐賀県有明海産および中国産は平成26年12月4日に分析を行った。

## 3 FAA

試料の前処理は、H. Noda<sup>1)</sup>の方法に準じた。試料を約0.5 g精秤・粉砕し、75%エタノール100 mlで80℃・20分間の還流抽出を3回行った。抽出液は定量濾紙 (ADVANTEC No.5B) で濾過後、濾液をロータリーエバポレーターで減圧下、40℃で濃縮を行い、分液漏斗内でジエチルエーテルによる脱脂処理を2回行った。水相を採取し、再びロータリーエバポレーターで減圧下、40℃で濃縮後、蒸留水で250 mLに定容して0.45 μmのシリンジフィルターで濾過したものをHPLC試料とした。

アミノ酸の誘導体化は、Agilent 1260 Infinity オートサンプラーの自動プレカラム誘導体化機能を用いた。OPA (o-フタルアルデヒド) で1級アミノ酸を誘導体化した後、逆相カラムで分離し、フォトダイオードアレイ検出器および蛍光検出器を用いて定量した。

カラム	Agilent Poroshell 120 EC-C18 (3.0×100 mm 2.7 μm)
カラム温度	40℃
移動相	グラジエント分析 A) 20 mM Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (pH 7.6) B) アセトニトリル/メタノール/水 (5:5:1)
移動相流量	0.85 mL/min
検出器	DAD Sig 338.0 nm; 10 nm, Ref 390 nm; 20 nm FLD Ex 230 nm, Em 450 nm

市販のスタンダードを用いた絶対検量線法により、イソロイシン (Ile), ロイシン (Leu), リシン (Lys), メチオニン (Met), フェニルアラニン (Phe), チロシン (Tyr), スレオニン (Thr), バリン (Val), ヒスチジン (His), アルギニン (Arg), アラニン (Ala), アスパラギン酸 (Asp), グルタミン酸 (Glu), グリシン (Gly), セリン (Ser) と、タウリン (Tau) を定量した。

乾海苔、焼海苔のFAA分析は、試料入手時の他、30～40% RHの遮光デシケーター内で一定期間、常温保管後に再度行った。乾海苔は平成26年6月26日および平成26年11月11日に、焼海苔は平成26年7月22日および平成26年11月11日に分析を行った。

## 結果

### 1 一般成分

乾海苔の一般成分は、同一漁場で同じ生産者が管理していることから、4日分ともほぼ同値であった (表3)。

日本食品標準成分表<sup>2)</sup>の「あまのりーほしのり」と比較すると、乾海苔100 gに含まれる水分は約5 g少なく、質の良否を左右する<sup>3)</sup>とされる粗タンパクは12 g以上多かった。灰分は同程度であったが、粗脂肪が約3 g、炭水化物が約4 g少なかった。乾海苔品評会においては、本試料と同一ロットの乾海苔が光沢、色、香りの最も優れたものとして評価されたが、一般成分の結果からも「タンパク質含有量の多い良質の乾海苔」であることが確かめられた。

表3 乾海苔の一般成分分析結果

摘採・加工日	含有量 (g/100g)				
	水分	粗タンパク	粗脂肪	灰分	炭水化物
1月5日	3.2	52.6	0.4	9.4	34.3
1月6日	3.0	52.2	0.6	10.1	34.2
1月7日	3.0	51.6	0.3	10.0	35.0
1月12日	2.9	51.5	0.6	10.9	34.1
日本食品標準成分表 (あまのりーほしのり)	8.4	39.4	3.7	9.8	38.7

表4 焼海苔の一般成分分析結果

漁場	含有量 (g/100g)				
	水分	粗タンパク	粗脂肪	灰分	炭水化物
①	3.1	46.0	1.0	12.3	37.6
②	2.4	53.7	1.4	10.7	31.8
③	2.9	48.5	1.4	11.7	35.5
④	2.2	52.2	2.3	11.0	32.3
⑤	2.1	46.9	0.9	12.2	37.9
⑥	2.1	42.1	1.6	13.8	40.4
⑦	2.3	50.4	1.1	13.6	32.6
⑧	2.9	48.9	1.2	12.0	35.0
佐賀県有明海産	1.7	47.6	1.3	10.8	38.6
中国産	2.1	43.9	0.6	10.9	42.5
日本食品標準成分表 (あまのりー焼きのり)	2.3	41.4	3.7	8.3	44.3

焼海苔100gに含まれる一般成分量(表4)は、①～⑧について、水分、粗脂肪、灰分には大きな差は見られなかったのに対し、粗タンパクおよび炭水化物の産地間差は、それぞれ最大で11.6g、10.7gとなった。

②の焼海苔は、前述のとおり、1月6日、7日に摘採・加工された乾海苔を焙焼したものである。焙焼後、炭水化物、水分の割合が減少し、粗タンパク、粗脂肪、灰分の割合が増加した。他の焼海苔と比較し、特に、粗タンパクが多く、炭水化物が少なかった。日本食品標準成分表<sup>2)</sup>の「あまのりー焼きのり」と比較すると、粗タンパクは12g以上多く、炭水化物は12g以上少なかった。

## 2 FAA

乾海苔と焼海苔に含まれるFAA(表5、表6)は、既報<sup>4)</sup><sup>5)6)</sup>と同様、Glu, Ala, Aspが多く、Tauも豊富であった。

県漁協乾海苔検査規格基準で「黒」(光沢が合格品よりやや劣り別製品より優れている製品;表1)と区分された1月12日に摘採・加工された乾海苔は、他の日の乾海苔よりもGlu, Alaが多く、6月26日の時点でFAAの総量は16～19%程度多かった。これに対し、Tauの量は最も少なかった。FAA総量を保管前後で比較すると、1月5日、6日に摘採・加工された乾海苔ではそれぞれ4.1%、1.3%増加し、1月7日、12日に摘採・加工された乾海苔ではそれぞれ1.2%、8.7%減少した。Ile, Lys, Phe, Val, His, Glyのように若干増加したものと、Arg, Aspのように減少した

表5 乾海苔に含まれる遊離アミノ酸

摘採月日	1/5		1/6		1/7		1/12			
	分析月日	6/26	11/11	6/26	11/11	6/26	11/11	6/26	11/11	
アミノ酸等	含有量 (mg/100g)									
Ile	25	32	21	28	25	29	26	29		
Leu	38	40	29	32	38	33	38	31		
Lys	19	31	15	29	18	27	17	26		
Met	0	0	0	0	0	0	0	0		
Phe	27	32	22	30	28	29	27	27		
Tyr	20	25	12	19	20	18	11	19		
Thr	32	30	30	31	27	25	29	31		
Val	49	71	42	55	45	57	48	55		
His	0	9	0	7	0	7	0	4		
Arg	24	19	20	0	24	0	30	0		
Ala	1,560	1,630	1,620	1,624	1,674	1,680	2,058	1,883		
Asp	254	229	186	182	132	119	187	182		
Glu	1,759	1,809	1,749	1,750	1,701	1,660	1,961	1,752		
Gly	22	29	19	25	20	25	23	28		
Ser	17	17	14	15	12	11	16	16		
Tau	-	1,533	-	1,484	-	1,474	-	1,418		
合計 (タウリン除く)	3,847	4,003	0	3,779	3,828	0	3,766	3,720	4,472	4,083

表6 焼海苔に含まれる遊離アミノ酸

漁場	①		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧		佐賀県有明海産	中国産									
	分析月日	7/22	11/11	7/22	11/11	7/22	11/11	7/22	11/11	7/22	11/11	7/22	11/11	7/22	11/11	11/11			11/11								
アミノ酸等	含有量 (mg/100g)																										
Ile	37	24	47	31	33	21	37	27	27	14	36	24	41	31	33	23	26	20									
Leu	41	30	48	33	33	22	44	33	28	13	35	27	44	37	35	28	27	24									
Lys	28	26	31	29	25	23	23	27	22	20	21	26	28	29	22	25	25	24									
Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
Phe	42	18	58	31	39	19	43	28	31	8	43	25	47	30	38	23	21	22									
Tyr	137	14	137	19	128	12	134	17	132	8	136	13	140	16	131	15	15	15									
Thr	26	21	50	29	36	24	31	31	12	25	27	25	58	34	50	30	51	34									
Val	50	47	53	65	28	39	53	55	31	38	46	43	55	59	33	47	48	45									
His	0	7	0	9	0	7	0	8	0	5	0	7	0	9	0	7	6	6									
Arg	19	0	39	23	18	0	23	20	14	0	18	0	16	0	9	0	0	19									
Ala	842	894	2,170	1,886	1,418	1,348	1,270	1,288	769	783	718	714	1,021	1,029	1,277	1,235	1,190	1,809									
Asp	130	104	244	181	189	158	257	212	175	143	98	93	192	161	269	237	311	190									
Glu	837	855	2,013	1,759	1,256	1,204	1,182	1,205	476	459	1,238	1,252	1,030	1,073	801	801	1,618	1,334									
Gly	22	18	28	23	24	19	25	25	29	27	24	16	28	20	35	26	35	21									
Ser	15	13	23	18	18	15	20	18	17	15	14	12	25	22	25	23	29	24									
Tau	1,222	1,369	1,604	1,532	1,345	1,399	1,306	1,460	1,139	1,301	1,125	1,252	1,354	1,530	1,140	1,276	1,439	1,343									
合計 (タウリン除く)	2,227	2,070	0	4,940	4,137	0	3,245	2,912	0	3,142	2,992	0	1,763	1,558	0	2,454	2,276	0	2,724	2,548	0	2,759	2,519	0	3,403	0	3,587

もの、Ala, Gluのようにロットにより傾向が異なるものに大別された。FAA総量の増減は、含有量の多いGlu, Ala, Aspの増減に大きく依存した(表5)。

焼海苔に含まれるFAAの総量(表6; 11月11日分析値)は、製品による差が大きく、②と⑤では、約2.7倍の差があった。FAA総量は、Glu, Ala, Aspの量に大きく依存した。今回分析した宮城県産焼海苔(①~⑧)に含まれるFAA総量は、②を除いて市販の佐賀県有明海産と中国産の焼海苔には及ばなかった。

①~⑧の焼海苔について保管前後のFAA総量を比較すると、5~16%まで幅はあるものの、全製品で減少した。Valでは若干増加傾向が見られ、Ile, Leu, Phe, Tyr, Arg, Asp, Gly, Serでは顕著な減少傾向が見られた。Tauは、10%程度の増加傾向が見られるものが多かった。FAA総量の多い②と③の焼海苔では、GluとAlaの減少が特徴的であった。

## 考 察

### 1 保管による乾海苔、焼海苔の変化

試料の乾海苔は、6月26日の分析時は光沢、色とも優れていたが、夏季室温30℃を超える中で4.5ヶ月間、含気保管したところ、11月11日には赤変していた。岩本ら<sup>7)</sup>は、スサビノリの原藻、乾燥葉体および乾燥葉体を焙焼したものについて、吸光スペクトルの変化を報告している。この中で、乾燥葉体を放置した場合の吸収スペクトルの変化についても言及しており、日時経過とともにフィコエリスリンはあまり減少しないが、クロロフィル、カロテノイド、フィコシアニン<sup>8)</sup>は著しく減少するとしている。また、岩城ら<sup>8)</sup>は、水分3%の乾海苔を30℃で6ヶ月間含気保管した場合、クロロフィルは83%に、カロテノイドは66%に減少するとしており、火入れしていない乾海苔の長期保存にはより低温での保存が望ましいこと、乾海苔保存中の変色原因はクロロフィルよりカロテノイド系色素の退色の影響が大きいことを明らかにしている。

今回は、1月上旬に漁場②で摘採し、乾海苔に加工されたものを生産者から入手した後、6月26日に分析し、遮光デシケーター内で常温保管した後、11月11日に再分析していることから、解釈には注意が必要である。

1月12日に摘採・加工された乾海苔は、光沢が合格品よ

りやや劣る「黒」とされたが、6月26日の分析時、FAA総量は他よりも16~19%多く、Gluでは11~15%、Alaでは23~32%も多かった。これに対し、保管後の11月11日の分析時にFAA総量は8.7%減少し、他の日と比べて減少が著しかった。

乾海苔の光沢は、水洗不足、泡の付着、みず離れ、葉片の大小などに影響を受ける他、原藻中の死細胞の原形質凝固の多寡もその良否を左右するとされる<sup>9)</sup>。1月12日に摘採・加工された乾海苔で光沢が劣った原因は不明だが、検査等級で重要とされる光沢が劣っていても、旨い海苔を作ることは可能なかもしれない。反対に保管という観点からは、不利になる何らかの要素があるのかもしれない。

焼海苔については、①~⑧の全製品で保管後のFAA総量は減少したが、増加したもの、減少したもの、変化の少ないもの等、アミノ酸の種類により傾向が異なった。また、②ではGluが約12%、Alaが約13%減少した。海苔のタンパク質を構成するアミノ酸の組成や、タンパク質分解酵素活性等を調べることで、その原因を推測することができるかもしれない。

焼海苔②のFAA総量は特に多かったが、保管による減少率も大きかった。焙焼業者が他と異なることがわかっているが、焙焼温度や時間が影響しているのかもしれない。また、このことが保管後のGluとAlaの減少に関係している可能性も考えられる。

今回は、「原藻-乾海苔-焼海苔」の対応あるデータセットがないこと、製造直後の海苔ではないこと、乾燥・焙焼の情報<sup>10)</sup>が不足していること、吸光スペクトル等の色に関する情報が不足していること等から、今後の精査が必要である。

### 2 産地間の比較

本県で生産された焼海苔①~⑧について、焼海苔100gに含まれる粗タンパク含有量を比較すると、最も多い②と少ない⑥とでは11.6gの差があった。また、炭水化物含有量を比較すると、最も多い⑥と少ない②とでは8.6gの差があった。

一般的に、乾海苔の等級と粗タンパク含量には正の相関があることが知られている<sup>3)</sup>。1月6日、7日に摘採・加工された乾海苔と、焼海苔②の一般成分を比較しても大

差無いことを考慮すると、乾海苔の段階で既に産地間差が生じていた可能性がある。焼海苔①～⑧の原藻は、⑤以外が冷凍1番～3番摘みで、乾海苔検査等級も全て優等に属していることから(表2)、現行の検査体制の中で規格はほぼそろっていたと言える。しかし、それでも粗タンパク含有量にこれほどの差が生じるのであれば、色・光沢に基づく等級分けの限界なのかもしれない。

海苔の硬さや口だけの程度を左右する要素としては、細胞壁間で骨格となる粘質多糖ポルフィランが重要で、その量が多くなると硬くなると考えられており、アマノリ属では乾燥藻体の約45%が糖質であるとされる<sup>3)5)</sup>。また、粗タンパクと炭水化物には負の相関があり、上級品ほど粗タンパクが多く、炭水化物が少ないことが報告されている<sup>9)</sup>。今回の試料についても、粗タンパクと炭水化物の含有量に負の相関が認められた(図2)。

焼海苔に含まれるFAAについて、平成26年11月11日の分析結果を比較すると(図3)、その総量は②が最も多く、⑤で最も少なかった。甘味を呈するAla、旨味を呈するGlu、AspがFAA総量の増減に大きく影響した。Tauは、FAA総量の増減にあまり寄与せず、そのためFAA総量が少ない焼海苔では相対的にTau含有割合が多くなった。

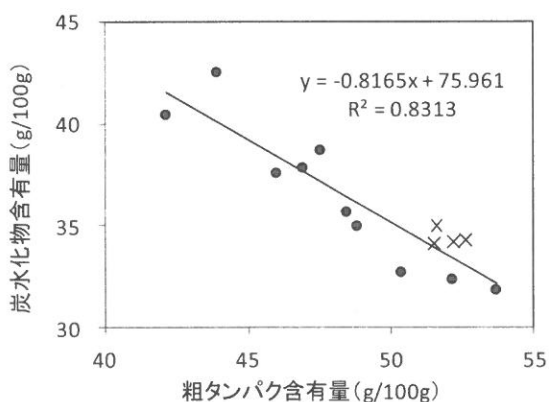


図2 粗タンパクと炭水化物の関係  
(●: 焼海苔, ×: 乾海苔)

焼海苔に加工されるまでには、原藻の質の良否は言うまでもなく、洗浄・細断・熟成・乾燥等の生産者が加工する工程、乾海苔の焙焼工程など、製品の良否を左右する段階が多数存在する。

乾海苔の製造工程におけるFAAの変化については、鈴

木<sup>11)</sup>、吉江<sup>12)</sup>がそれぞれ報告しているが、前者がミンチ後の工程でFAAが失われやすいとしている一方、後者は工程中のFAA溶出・減少は認められないと結論づけている。原藻の質を見て、各々の生産者が経験的に前処理の工程や乾燥条件を調整することから、判断の難しい問題である。

焼海苔⑤でこれほどFAA含有量が少ないのは、焙焼の条件が原因なのかもしれない。一般的に、アミノ酸は、150～300℃の加熱で分解する<sup>13)</sup>とされるが、乾海苔を250℃で焙焼したときのFAAの経時変化を柘植ら<sup>4)</sup>が報告している。この報告では、Gluは20秒後には減少し始め、60秒後には乾海苔に対し11%にまで減少している。Alaは、Gluに遅れて40秒後に減少が顕著となる。Tauは、30秒後までは増加し、その後は変化がなく、60秒後に大きく減少した。今回の焼海苔試料の焙焼条件はほとんど把握できなかったため、詳細はわからない。ただし、①～⑧の焼海苔の色を比較すると、⑤のみ鮮やかな緑色を呈していた。海苔の色素については、クロロフィルが最も焙焼に強いことを岩本ら<sup>7)</sup>が報告している。⑤の焼海苔は、過度な焼き入れによりクロロフィル以外の色素が退色して鮮やかな緑色を呈し、比較的熱に弱いGluは分解して減少し、熱に強いTauの割合が相対的に増加した、と推測することができる。

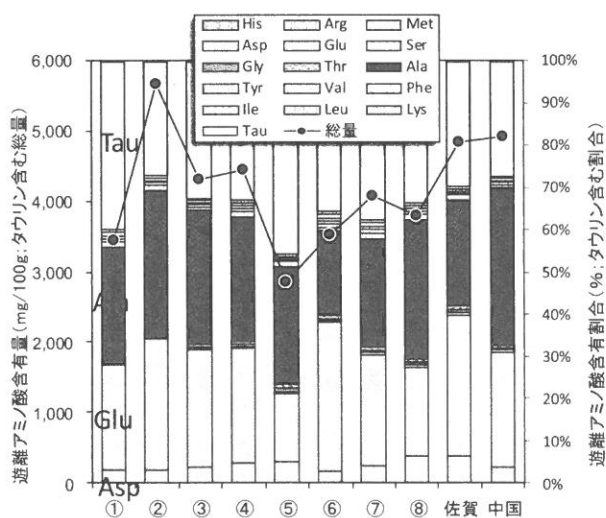


図3 焼海苔に含まれる遊離アミノ酸含有量と割合

### 3 今後の課題等

宮城県では、浮流し式の海苔養殖が行われている。支

柱柵での養殖に比べて漁場が拡大し、収量は増加したが、旨味が少ない、口どけが悪い等のマイナスの面もある。その結果、他県産と比較して評価が低く価格につながらない等、漁家経営も苦戦を強いられているが、特に東日本大震災以降は、6次産業化や産地直売など、生産者が消費者に直接販売する機会が増えてきた。養殖の現場を消費者に直接見せたり、IT機器を利用して画像や動画を配信したり、若い漁業者が学校で食育の講師をするなど、「乾海苔を作って共販に出すだけ」ではない取組が広まりつつある。また、全国の海苔生産者と情報を交換したり、従来とは異なる種を養殖してみたり、収量よりも味・口どけを重視した高品質な海苔を追求したりと、積極的な動きが見られる。

今回、試料を提供いただいた生産者・団体は、乾海苔を加工業者に焙焼してもらい、焼海苔にしてから自ら販売している。しかし、今回分析した試料についての聞き取り調査から、焙焼条件は委託業者に任せっきりという

ところが大半であることがわかった。焙焼工程は、FAA含有量だけでなく、焼き色<sup>7)</sup>や香り<sup>5) 14) 15)</sup>にも大きく影響する重要な工程である。このことから、自ら生産した乾海苔の特徴を把握した上で、本来なら生産者が委託業者に対し、適切に焙焼条件を指示したいところである。今までは、乾海苔にまで加工し、共販制度を利用して出荷すれば良かったが、今後、自ら焼海苔を販売していきたい生産者にとっては、このようなことが必要になるだろう。

宮城県では、海上での養殖生産技術の研究に力を入れてきた。今後は、これに加えて乾海苔の加工工程、焙焼工程を精査していきたい。本県で生産される海苔の特徴を最大限活かし、消費者が手に取ってくれる「旨い海苔」の作り方を生産者に伝えられるような研究成果を発信していきたい。

## 要 約

奉獻乾海苔品評会(平成26年1月)の優賞品と同一ロットの4日間分の乾海苔と、「仙山交流味祭 in せんだい(平成26年6月)」で「みやぎの海苔味くらべ」に出品された焼海苔の一般成分とFAAの分析を行った。

- 1) 近接する4日間に摘採・加工された乾海苔について、一般成分には、差は認められなかった。FAAには、摘採日による差が認められた。
- 2) 県内各地の焼海苔の一般成分を比較したところ、粗タンパクと炭水化物の含有割合に地域間差が認められ、両者の間には負の相関が認められた。

- 3) 県内各地の焼海苔のFAA含有量には地域間差が認められ、焙焼条件の差がその一因であると考えられた。

## 謝 辞

東松島漁業生産組合役員一同には、第66回奉獻乾海苔品評会における優賞ロットの乾海苔を提供いただいた。また、宮城県漁業協同組合塩釜総合支所管内の海苔関係支所および宮城県漁業士会南部支部会員一同には、焼海苔の提供をいただくとともに、情報収集に際しても多大なる御協力をいただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) H. Noda, Y. Horiguchi, and S. Araki (1975) Studies on the Flavor Substances of 'Nori', the Dried Laver *Porphyra* spp. - II. Free Amino Acids and 5'-Nucleotides. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 41(12), 1299-1303
- 2) 五訂増補日本食品標準成分表, 文部科学省科学技術・学術審議会・資源調査分科会
- 3) 野田宏行 (1993) 紅藻類の科学. 大石圭一編, 海藻の科学, 71-85, 初版, 東京, 朝倉書店, 201pp.

- 4) 柘植圭介・吉村臣史・鶴田裕美・小金丸和義 (2008) 食品素材の高品質乾燥技術に関する研究. 佐賀県工業技術センター研究報告, 35-39
- 5) 能登谷正浩 (2000) 有用成分. 海苔の生物学, 初版, 129-164, 東京, 成山堂書店, 172pp.
- 6) 吉江由美子・鈴木健・白井隆明・平野敏行 (1993) 生産地ならびに価格の異なる乾のりの遊離アミノ酸および脂肪酸組成. 日水誌, 59 (10), 1769-1775
- 7) 岩本康三・有賀祐勝・大藪健 (1972) 海苔の焼き色について. 海苔増殖振興会会報Ⅱ, 13-16, 財団法人海苔増殖振興会, pp.112
- 8) 岩城美智代・福田則郎・松井かほる・野田宏行・天野秀臣 (1983) 乾のりの保存法. 日水誌, 49 (6), 933-938
- 9) 右田清治 (1979) 乾海苔の光沢. 長崎大学水産学部研究報告, 46, 11-16
- 10) 野田宏行 (1971) 海藻の生化学的研究-II. 日水誌, 37 (1), 30-34
- 11) 鈴木雅子 (1996) 乾のり製造工程における遊離アミノ酸の変化. 千葉水試研報, 54, 53-55
- 12) 吉江由美子・鈴木健・白井隆明・平野敏行 (1994) 乾のりの加工工程における成分変化. 日水誌, 60 (1), 117-123
- 13) R. S. Monson, J. C. Shelton (1990) アミノ酸とタンパク質. 有機化学の基礎, 343-365, 東京, 東京化学同人, 417pp.
- 14) 野田宏行 (1999) 海苔商品開発基礎研究. 海苔増殖振興会会報Ⅴ, 139-148, 財団法人海苔増殖振興会, 234pp.
- 15) 笠原賀代子・西堀幸吉 (1987) 焼海苔香気に及ぼす加熱温度の影響. 日水誌, 53 (4), 673-676

---

\*<sup>1</sup>水産技術総合センター, \*<sup>2</sup>仙台地方振興事務所水産漁港部

