

国内産・外国産乾燥昆布の性状と佃煮加工適性

山内慎也・岡崎 尚・米田達雄・中川禎人*

Physicochemical Properties and Processing Suitability of Domestic-produced and Foreign-produced Combu, an Edible Product of Dried Fronds of *Laminaria* sp.

Shinya YAMAUCHI, Takashi OKAZAKI, Tatsuo YONEDA and Sadato NAKAGAWA *

To obtain the physicochemical index for selecting combu material with processing suitability, 23 samples of five species of *Laminaria* were subjected to physicochemical analysis. In comparing the amount of constituents of combu and the amount of solid remaining after washing by water, the total amount of alginic acid and cell-wall constituents was most highly correlated with the amount of solid remaining after washing by water ($r = 0.77$). There was also a high correlation between the amount of solid remaining after washing by water and the amount of solid remaining after cooking with seasonings ($r = 0.89$).

Foreign-produced combu was found to contain a large amount of amino acids. Of these amino acids, the amount of glutamic acid was highest in both foreign-produced combu and domestic-produced combu, being 1376-4473 mg/100g in the former, and 76-1586 mg/100g in the latter. This was followed by alanine and aspartic acid in domestic-produced combu and aspartic acid in foreign-produced combu.

国内の昆布消費量は、平成13年度の乾燥重量で25,300トンであり、中国や韓国、サハリンなどからの輸入量がその約9%を占めている。佃煮でも一部外国産昆布が混合利用されている。

昆布消費量の約70%は加工向けであり、原料の選定にあたっては、国内産は等級などをもとにした経験に依存している。一方、外国産は加工適性の検討が充分になされてなく、砂などの異物が多く、厚くて硬いなどの品質のバラツキがある。そのため、その利用用途は限られているが、外国産昆布は比較的旨味が強いことが知られている。

これらのことから、外国産昆布をうまく活用することにより、旨味が強く高品質で安価な佃煮を製造することも可能になると思われる。そこで、佃煮への加工適性を

明らかにする理化学的指標を得るため、中国・韓国・国内産の各種昆布の性状について、比較検討を行った。

実験方法

1. 試料

試料としては、佃煮製造に利用されている中国産昆布6点、韓国産昆布3点および国内産昆布14点を用いた。その昆布の種類や等級、主な用途等を表1に示した。昆布の種類のアツバコンブはナガコンブの肉厚のもので、ミツイシコンブに近い種である。また、リシリコンブはマコンブに近い種である。中国産昆布は黄海沿岸の煙台、威海で採取されたものであり、韓国産は、採取された浜は不明であるが西海岸で採れた昆布である(図1)。国

*九州栄養福祉大学食物栄養学部 (〒803-8511 北九州市小倉北区下津5-1-1)

表1 昆布試料

試料番号	産地・浜	種類	等級*	用途
1	中国煙台	マコンブ	A	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
2	中国煙台	マコンブ	B	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
3	中国煙台	マコンブ	C	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
4	中国威海	マコンブ	A	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
5	中国威海	マコンブ	B	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
6	中国威海	マコンブ	W	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
7	韓国	マコンブ	A	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
8	韓国	マコンブ	B	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
9	韓国	マコンブ	C	佃煮・とろろ昆布・業務用だし
10	日高	ミツイシコンブ	4等	佃煮
11	日高	ミツイシコンブ	5等	佃煮
12	日高	ミツイシコンブ	雑2等	佃煮
13	釧路浜中	ナガコンブ	3等	佃煮
14	釧路浜中	ナガコンブ	4等	佃煮
15	釧路浜中	ナガコンブ	雑1等	佃煮
16	釧路浜中	アツバコンブ	3等	高級佃煮
17	釧路浜中	アツバコンブ	4等	高級佃煮
18	釧路浜中	アツバコンブ	雑1等	高級佃煮
19	道南安浦	マコンブ	雑1等	だし・佃煮
20	道南安浦	マコンブ	雑3等	だし・佃煮
21	道南安浦	マコンブ	雑4等	だし・佃煮
22	利尻宗谷	リシリコンブ	雑1等	だし・佃煮
23	利尻宗谷	リシリコンブ	雑2等	だし・佃煮

*等級の基準は、昆布の産地・浜、種類により異なるが、同じものでは表の上位に記載してあるものほど等級も上である。

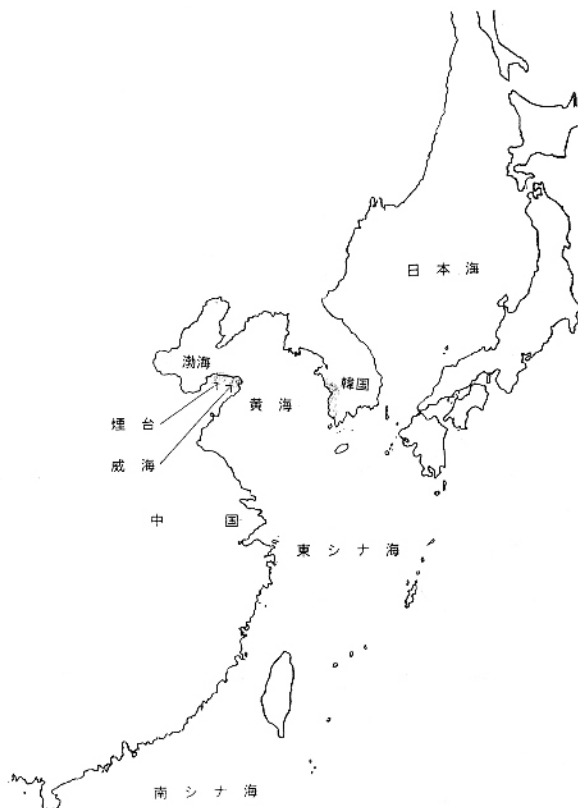


図1 中国・韓国の昆布産地



図2 北海道の昆布産地

内産昆布は、北海道の太平洋東部沿岸の日高、釧路浜中、道南安浦、およびオホーツク海沿岸の利尻宗谷の浜で採れたものである。日高産昆布は静内・三石・荻伏の浜で採れたものである(図2)。

2. 分析方法

分析には、昆布を1 cm²に細断して用いた。

(1) 水分および無機成分²⁾

水分は、105℃常圧乾燥法、灰分は550℃灰化法で求めた。ナトリウム、カリウム、カルシウムは、試料を灰化し、1%塩酸に溶解した後、ろ紙(No.5A)でろ過し、原子吸光法により求めた。

(2) アルギン酸の測定

中川らの方法³⁾を一部修正して以下のように行った。すなわち、昆布8gに2%炭酸ナトリウム100mlを加え、ときどきかく拌しながら室温で一夜放置した。さらに、純水300mlを加えて3分間ホモジナイズし、遠心分離した。分離した上澄液を激しくかく拌しながら5N塩酸を加えてpH2以下に調整し、アルギン酸を沈殿させた。そして、室温で一夜放置した後、遠心分離した。得られた沈殿をガラスろ過器(2GP40)に移し、66%エタノールで洗浄して酸を除去した後、99%エタノール、エチルエーテルで順次洗浄脱水した。室温で一夜風乾し、次いで、50℃で一夜減圧乾燥して調製したものをアルギン酸とした。

(3) アルギン酸以外の細胞壁構成物質

アルギン酸抽出後の残渣を純水250mlに懸濁し、遠心分離する操作を3回繰り返して残渣を洗浄した。次いで、1%塩酸100mlに懸濁し、遠心分離して炭酸カルシウムを除去した後、純水250mlに懸濁し、60倍量の純水に対して一夜透析した。透析後減圧濃縮し、50℃で一夜減圧乾燥して得られたものをアルギン酸以外の細胞壁構成物質とした。

(4) 遊離アミノ酸

昆布5gに75mlの純水を加え、ホモジナイズ(15,000rpm, 3分間)した。さらにエタノール175mlを加えて70%エタノール濃度に調整し、室温で16時間放置した。次に、遠心分離し、上澄液を減圧下でエタノールを除去した後、70%エタノールで20mlに定容した。この溶液のアミノ酸を高速液体クロマトグラフィー(株日立製作所製655A型)で測定した。

3. アルギン酸と細胞壁構成物質の吸水率

アルギン酸または細胞壁構成物質の30mg(無水物換算)に純水10mlを加えて膨潤させ、室温で一夜放置後、遠心分離(8000rpm, 20分間)して上澄液を除去した。得られた沈殿の乾物重量からの増加量を吸水率とし、下記の式を利用した。

$$\text{吸水率(\%)} = [\text{吸水後の沈殿の重量(g)} - \text{吸水前の試料重量(g)}] / \text{吸水前の試料重量(g)} / 100$$

4. 洗浄歩留まり

昆布は、細断、砂落とし、水洗い後に調味加工されることから、洗浄歩留まりを以下の方法で求めた。すなわち、昆布10gに、洗浄効果が高くなる⁴⁾70℃の純水300mlを加え、70℃恒温槽中で2分ごとに30秒間かく拌しながら10分間洗浄した後、5分間水切りを行い、105℃で乾燥した。その昆布の重量を測定し、昆布の水分を差し引いたもので計算した残存率を洗浄歩留まりとした。

5. 調味歩留まり

昆布40g(無水物換算)を70℃、2Lの純水で15分間洗浄後、10分間水切りを行った。この洗浄昆布を沸騰した調味液に入れ、Brix50%まで加熱濃縮後、30分間液切り放冷して重量を測定することにより調味歩留まりを求めた。調味液は、表2に示した原料配合のものを使用した。

表2 調味液原料配合

醤油(濃い口本醸造)	134 g
味液(酒みりん)	58 g
水	110 g*
ショ糖	55 g
アラニン	2.7 g
L-グルタミン酸ナトリウム	5.5 g
総合アミノ酸製剤	2.7 g
核酸系調味料(IG)	0.29 g
リンゴ酸	0.12 g

*水洗後の昆布重量が219gの場合の水量を示す。
219gと異なる場合は、その量だけ水を増減する。

6. だし汁の官能試験^{5,6)}

昆布5g(無水物換算)を70℃の純水250mlに入れ、5分間静置して昆布だしを調製後、風味について、10名で5点評点法により官能試験を行った。評点は、数値が大きいほど良い。

実験結果及び考察

1. 昆布の成分と洗浄歩留まり

洗浄歩留まりに影響を及ぼす要因を明らかにするために、洗浄歩留まりと、昆布に含まれている灰分、ナトリ

表3 昆布の灰分と洗浄歩留まり

試料番号*	灰分 (%)	カルシウム (%)	カリウム+ナトリウム (%)	洗浄歩留まり (%)
1	25.2	0.8	11.0	48
2	25.9	0.8	11.2	52
3	28.3	0.8	11.8	48
4	19.1	0.9	7.7	59
5	26.5	0.9	11.6	47
6	36.2	0.8	17.2	46
7	18.2	0.7	7.1	61
8	17.2	0.5	6.4	63
9	21.9	0.4	8.7	55
10	25.6	0.6	9.4	66
11	31.9	0.6	12.6	57
12	40.0	0.8	16.4	70
13	45.1	0.8	15.1	57
14	48.8	1.0	18.0	57
15	39.8	1.1	14.8	56
16	30.4	0.8	10.9	52
17	33.8	0.8	12.8	55
18	42.9	1.0	16.7	60
19	20.8	0.4	7.0	46
20	18.5	0.6	6.1	50
21	37.4	0.7	13.0	49
22	36.2	0.7	12.4	58
23	21.2	0.8	7.5	62

*試料番号は表1と同じ

表4 昆布のアルギン酸、細胞壁構成物質と洗浄歩留まり

試料番号*	アルギン酸 (%)	アルギン酸吸水率 (%)	細胞壁構成物質 (%)	細胞壁構成物質吸水率 (%)	洗浄歩留まり (%)
1	14.6	3120	14.2	730	48
2	17.5	3550	15.2	710	52
3	14.8	3120	14.2	1040	48
4	22.9	1290	13.1	1080	59
5	16.6	2290	12.2	590	47
6	15.9	5300	12.4	430	46
7	20.0	2250	12.9	840	61
8	17.0	2730	14.4	660	63
9	15.9	1410	15.6	940	55
10	12.6	1160	21.8	810	66
11	19.3	3920	18.6	1290	57
12	20.1	3810	25.8	1350	70
13	14.6	8370	26.3	460	57
14	12.8	5390	27.1	560	57
15	14.5	2270	21.8	940	56
16	16.5	2000	14.7	1260	52
17	14.1	5510	21.7	670	55
18	16.4	7620	23.2	610	60
19	16.2	1040	11.1	1220	46
20	17.8	1900	11.9	710	50
21	17.5	3310	12.6	1430	49
22	22.3	2360	15.0	900	58
23	27.0	3320	16.7	1340	62

*試料番号は表1と同じ

ウム、カリウム、カルシウム、アルギン酸、アルギン酸以外の細胞壁構成物質の量や、アルギン酸の吸水率、細胞壁構成物質の吸水率との相関を調べた。

昆布の洗浄歩留まりと、灰分、カルシウム、カリウム+ナトリウム量を表3に示した。

アルギン酸はカルシウムと結合すると不溶性となり、カリウムやナトリウムと結合すると水溶性になることから、洗浄歩留まりとカルシウム量との関係、洗浄歩留まりとカリウム+ナトリウム量との関係について検討したが、高い相関は得られなかった(データには示していない)。これは、アルギン酸の構成成分であるD-マンヌロン酸とL-グルロン酸の比率の違いによりゲル形成能が違うことや、昆布の洗浄によって流出する成分が主に灰分、アミノ酸、有機酸、マンニット、水溶性タンパク、アルギン酸の一部であり、アルギン酸以外のこれらの成分の影響が大きいと考えられる⁴⁾。

洗浄歩留まりと、細胞間多糖であるアルギン酸、アル

ギン酸の吸水率、細胞壁構成物質(骨格多糖が褐藻ではセルロース)、細胞壁構成物質の吸水率との関係を表4に示した。アルギン酸+細胞壁構成物質の含量が低い道南安浦産の昆布の洗浄歩留まりは低くなった。

昆布の洗浄歩留まりと、灰分、カルシウム、カリウム+ナトリウム、アルギン酸、細胞壁構成物質、アルギン酸の吸水率、細胞壁構成物質の吸水率との相関では、アルギン酸と細胞壁構成物質の合計量との相関が最も高く、相関係数 $r=0.77$ で有意水準5%で有意であった(図3)。

次に、それぞれの産地で代表的な昆布7点について、洗浄歩留まりと調味歩留まりを表5に示した。調味歩留まりは、ナガコンブで高くマコンブで低かった。

また、洗浄歩留まりと調味歩留まりの間には高い相関があり、相関係数 $r=0.89$ で有意水準5%で有意であった(図4)。

洗浄歩留まりおよび調味歩留まりが高いということ

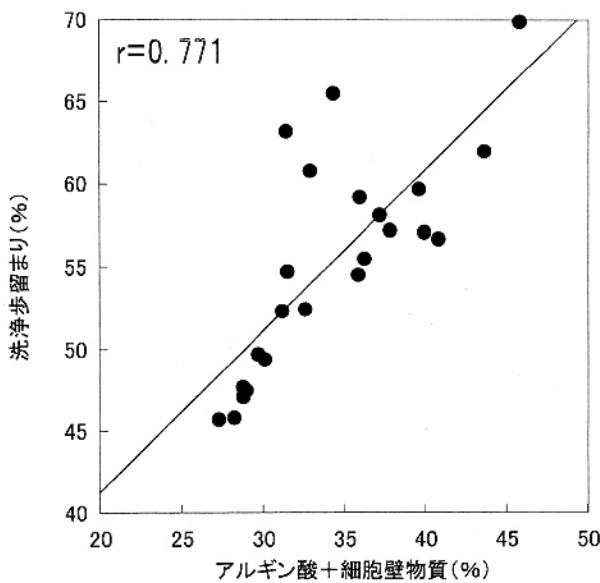


図3 昆布のアルギン酸+細胞壁物質と洗浄歩留まり

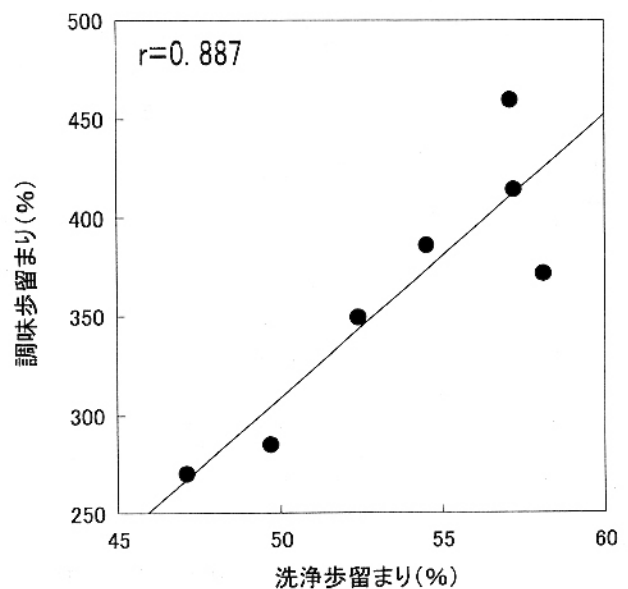


図4 昆布の洗浄歩留まりと調味歩留まり

表5 昆布の調味歩留まり

産地・浜	種類	等級	洗浄歩留まり(%)	調味歩留まり(%)	硬さ*
中国煙台	マコンブ	B	52	350	±
中国威海	マコンブ	B	47	270	±
日高	ミツイシコンブ	5等	57	410	±
釧路浜中	ナガコンブ	4等	57	460	±
釧路浜中	アツバコンブ	4等	55	390	-
道南安浦	マコンブ	雑3等	50	290	-
利尻宗谷	リシリコンブ	雑1等	58	370	+

*硬さ - : やや軟らかい ± : 普通 + : やや硬い

は、昆布製品の価格に大きく関係する重要な要素である。それがどのような要因によって影響されるかを調べたところ、洗浄歩留まりは昆布のアルギン酸と細胞壁構成物質の量と、また調味歩留まりはその前処理工程である洗浄歩留まりと高い相関にあることが分かった。

佃煮の調味歩留まりを大きくするには、洗浄歩留まりの大きい昆布を利用することが大切であり、そのためにはアルギン酸と細胞壁構成物質の量が多い昆布が有利なことが分かった。

2. 遊離アミノ酸とだし汁の官能検査

昆布に多く含まれている代表的なアミノ酸の含量を表6に示した。アミノ酸含量は、昆布の種類による影響が大きく、特に外国産のマコンブに多く含まれていた。国内産でも、マコンブやリシリコンブに多く含まれていたが、大衆的な加工原料であるナガコンブやアツバコンブには少なかった。ミツイシコンブはナガコンブに近い種であるが、高い値を示した。アミノ酸の種類ではグルタミン酸が最も多く、国内産で76~1,586mg/100g、外国

産で1,376~4,473mg/100gであり、次いで、アスパラギン酸が多く含まれていた。昆布の等級とアミノ酸量との間には、明確な関係は得られなかった。

昆布のアミノ酸量が味に及ぼすの影響をみるために行った昆布だし汁の官能検査では、中国煙台のマコンブ、利尻宗谷のリシリコンブ、釧路浜中のナガコンブとアツバコンブの順に評点が高かった(表7)。官能検査結果とアミノ酸量との相関関係は、認められなかった。昆布だし汁の塩化カリウムとグルタミン酸ナトリウムとのモル比が10~20であることが、昆布だしらしいあつみを呈する必要条件であるという報告⁷⁾があることから、その値を求めたところ、マコンブのだし汁がそれに近い値(6.8~12.3)を示した。

以上のことから、佃煮の製造にマコンブやリシリコンブを原料とし、調味歩留まりが高くなるように、原料選定の指標としてアルギン酸と細胞壁構成物質の量が多いものを選定すれば、自然な旨味を生かした高品質で安価な佃煮を製造することが可能となる。

表6 昆布の主要な遊離アミノ酸

産地	種類	アスパラギン酸	セリン	グルタミン酸	プロリン	グリシン	アラニン	合計
中国煙台	マコンブ	644~1,161	15~21	2,366~4,473	109~200	4~5	96~218	3,584~6,005
中国威海	マコンブ	591~1,296	9~19	2,355~2,818	145~352	4~6	96~213	3,277~4,624
韓国	マコンブ	492~2,329	11~22	1,376~3,704	29~60	4~7	72~117	1,989~5,942
日高	ミツイシコンブ	40~362	9~14	123~1,586	141~435	0~8	133~370	700~2,774
釧路浜中	ナガコンブ	29~77	11~16	140~441	8~105	3~5	54~156	245~786
釧路浜中	アツバコンブ	33~80	8~15	76~182	8~47	2~7	49~218	176~548
道南安浦	マコンブ	218~741	5~9	840~1,385	23~38	3	33~59	1,133~2,194
利尻宗谷	リシリコンブ	206~301	4~6	586~975	17~20	1	45~46	862~1,344

表7 昆布の遊離アミノ酸組成とだし汁の官能試験

産地・浜種等級	中国煙台マコンブ B	中国威海マコンブ B	韓国マコンブ B	日高ミツイシコンブ 5等	釧路浜中ナガコンブ 4等	釧路浜中アツバコンブ 4等	道南安浦マコンブ 雑3等	利尻宗谷リシリコンブ 雑1等
アスパラギン酸	644	1,296	2,329	362	77	80	741	301
セリン	16	11	22	13	16	15	9	6
グルタミン酸	3,206	2,818	2,431	1,586	441	182	1,344	975
プロリン	109	309	60	435	93	47	38	17
グリシン	5	4	7	8	3	7	3	1
アラニン	96	186	111	370	156	218	59	45
合計	4,076	4,624	4,960	2,774	786	549	2,194	1,345
KCl/MSG (モル比)	10.3	12.3	6.8	21.2	117.5	196.4	11.7	35.6
官能検査平均値 (評点法: 味・5点)	3.5	2.8	2.4	2.6	3.1	3.1	2.3	3.4

要 約

昆布の洗浄歩留まりと、灰分量、カルシウム量、アルギン酸量、細胞壁構成物質、アルギン酸の吸水率、細胞壁構成物質の吸水率との相関を調べたところ、アルギン酸と細胞壁構成物質の合計量との間で最も高かった ($r=0.77$)。また、洗浄歩留まりと調味歩留まりの間には高い相関が認められた ($r=0.89$)。

アミノ酸含量は、昆布の種類による差が大きく、特に外国産のマコンブに多く含まれていた。アミノ酸の種類ではグルタミン酸が最も多く、次いで、アスパラギン酸が多く含まれていた。

本研究を行うにあたり、貴重な昆布試料を提供して頂きましたヒロコンフーズ株式会社に感謝いたします。

文 献

- 1) 山本吉朗, 岡本 武, 藤本三千代, 中国産昆布について, 香川県発酵食品試験場報告, **65**, 57-60 (1972).
- 2) 堤 忠一, 安井明美, 一般成分および関連成分, 「新・食品分析法」, 「新・食品分析法」編集委員会編, (光琳, 東京), pp.5-171 (1996).
- 3) 中川禎人, 奥田弘枝, 乾燥コンブのアルギン酸の性状に及ぼす調味成分の影響, 日調科誌, **24**, 108-112 (1991).
- 4) 中川禎人, 乾燥コンブ洗浄工程におけるコンブ成分の溶出, 「乾燥コンブの調味成分による物性変化に関する研究」, (博士論文, 九州大学, 福岡) pp.5-16 (1993).
- 5) 山崎清子, 島田キミエ, 調理の意義・目的と調理法, 「調理と理論」, 第2版, (同文書院, 東京) pp.10-16 (1988).
- 6) 唯岡蘭子, 昆布煮出汁の研究, 家政誌, **7**, 156-159 (1957).
- 7) 上田要一, だし中の“こく”, “あつみ”成分の研究, 日本味と匂学会誌, **4**, 197-200 (1997).