

パンの物理的性状に及ぼす海藻添加の影響

奥田弘枝, J. G. PONTE Jr.*

(1999年10月2日 受理)

Effects on the Physical Properties of Bread from Adding Seaweed

Hiroe OKUDA, J. G. PONTE Jr.*

Abstract

The intake of dietary fiber has been decreasing along with the westernization of the Japanese diet. The lack of dietary fiber is closely related to diseases resulting from long-term diet patterns through life, such as, ischemic cardiac disease (angina pectoris, myocardial disease), cancer, diabetes mellitus, hypertension, etc. However, the Japanese average daily intake of dietary fiber is 14.4 grams, only 60 to 70% of the daily target intake, a target which seems to be difficult to reach. As a trial for this report dietary fiber was added to bread which we eat every day. Since seaweed is rich, not only in dietary fiber, but also in vitamins and minerals, powdered *kombu* was added to the bread for this experiment. We also tried adding alginic acid, since it is amply contained in *kombu*, and is decomposed not by human digestive fluids, but slightly by bacteria in the intestines, playing an important role for intestinal function as dietary fiber, blood pressure adjustment, and lowering cholesterol in the serum and the liver.

The following have become clear as a result of examinations of the process of production of bread, paying particular attention of the effect on the bread quality and the taste from adding powdered *kombu* and alginic acid:

1. Major changes were observed in the physical properties of the bread in those cases where powdered *kombu* was added in ratios of 5, 10, and 15% to wheat flour respectively. No good evaluation in the appearance or taste could be made. Although the bread, with powdered *kombu* added by a ratio of 5% to that of flour, looked only a little inferior to the control sample of bread in physical properties, it was good in shape and rising (air bubbles), the smell of *kombu* remained and it tasted salty.
2. In those cases where powdered *kombu* was added, the salt contained in the powdered *kombu* is considered to have worked negatively for bread quality. So an experiment was conducted so that the final amount of salt totally used for the bread would be the same as the basic amount of salt in the control group by adjusting the amount of salt used for the bread, but apparent improvement for

* Department of Grain Science and Industry, Kansas State University

bread quality was not recognized.

3. In the case where alginic acid was added, the bread turned out to be fine and soft in texture, with a positive effect observed for bread quality. The amount of alginic acid added was the best at 10% to that of the flour.
4. In those cases where alginic acid was added, elasticity was good and softness lasted in the experiment for bread preservation. The more alginic acid was added, the better its effect was.

I 緒 言

近年、日本人の食生活の欧米化に伴って、食物繊維の摂取量が低下してきている。食物繊維の不足は、虚血性心疾患（狭心症、心筋梗塞）、癌、糖尿病、高血圧、肥満等のいわゆる生活習慣病と深い係わりがあるとされている¹⁾。日本人の一日の食物繊維摂取量の平均を年次別で見ると、1960年頃には平均 20 g 摂取されていたが、1970～1980年にかけては 15 g 以下となり、現在は 14.4 g の摂取²⁾ で一日の目標とされる 20～25 g の 6～7 割に過ぎず、摂取が困難な状況にある。そこで本報は毎日のように食卓にのぼるパン製品に食物繊維の添加を試みた。繊維を添加したパン製品に関する研究は、国外では数多くの報告^{3～11)} がなされているが、国内ではまだ少ない。またこれらの報告の繊維源は小麦、大麦、大豆、トウモロコシ等が主で、海藻を添加したものは少ない。そこで、筆者らは原材料が豊富で野菜類に比べて多くの繊維質が含まれ、かつビタミン類やミネラルも豊富な昆布の粉末の添加を試みた。また昆布に多量に含まれているアルギン酸は人の消化液では分解されず腸内細菌によってわずかに分解される程度で食物繊維としての整腸剤の役目を果たす。また、消化管内 Na/K、あるいは Na/Ca のイオン交換による血圧調整作用があり、高血圧の抑制にも効果がある¹²⁾。さらに血清・肝臓中のコレステロール値を下げる役割もある事から、アルギン酸の添加も試みた。

これらの繊維をパンに添加する事によって、製パン性やパンの品質に与える影響、及び食味等について検討した結果を報告する。

II 実験方法

1. 基本材料および添加試料

小麦粉は日本製粉 KK、製パン用強力粉“イーグル”（たんばく質12.0%、灰分0.35%）を用いた。食塩は市販精製塩（NaCl 純度99.5%以上）、イーストは日清製粉 KK のスーパーカメラヤ家庭用、イーストフードは（株）西林パン製、砂糖は日本甜菜製糖 KK のスズラン印グラニュー糖、ショートニングは、クリスコ社製を使用した。基本材料の配合は AACC 法¹³⁾ によった（表 1）。

表1 基本材料の配合 (AACC法¹³⁾ の基準による)

材 料	%	g
小 麦 粉	100.0	280.0
食 塩	1.0	2.8
ドライイースト	1.0	2.8
イーストフード	0.2	0.5
砂 糖	6.0	16.8
ショートニング	3.0	8.4
水	60.0	168.0

添加試料の海藻は、乾燥利尻昆布を 300 メッシュの粉体にして用いた。

アルギン酸はキシダ化学 KK 製の食品添加物用アルギン酸ナトリウムを用いた。

2. 試料パンの調製

試料パンの調製方法は松下電器産業 KK 製の自動ホームベーカリー (SD-BT100型) によって焼成した。

焼成後、30分室温に放置後、Ritter Werk 社製のスライサーでパンの両端を 1.5 cm で 1 枚切り取り、以下 2.5 cm 幅で 4 枚切断して物理的特性の測定や品質評価に供した。

3. 測 定

- 1) 体 積 パンの体積は葉種法により測定した。
- 2) 重 量 パンの重量は焼成後、30分間室温に放置後の重量を測定した。
- 3) 比 重 パンの比重はパンの体積／パンの重量として算出した。
- 4) 比容積 パンの比容積はパンの重量／パンの体積として算出した。
- 5) 焼 色 昆布粉添加パンの焼色についてはパンの外皮部と内相部に分け色計測機器 (ミノルタ CR-200) で Lab 表色系 (C 光源) により測定した。
- 6) テクスチャーの測定 パンの硬さ、弾力性、凝集性等のテクスチャーの測定は(株)山電製のクリープメーター (RE3305) を使用した。
- 7) 品質評価 パンの品質評価は外観 4 項目で 30 点、(体積：10 点、表皮色：10 点、形均整：5 点、表質：5 点) と内相 5 項目で 70 点 (内相：10 点、すだち：10 点、触感：15 点、香り：10 点、味：25 点) とし、パップローフ採点表¹⁴⁾ を使用して評価を行った。
- 8) 塩分の測定 昆布に含まれている塩分の測定は試料調製を行った後、(株)東興化学研究所製の食品塩分計 (MODEL TS-7) で測定した。

Ⅲ 結果と考察

1. 昆布粉添加と製パン性への影響

1) 昆布粉添加

小麦粉に対して5～15%の昆布粉を添加した場合の測定結果を表2, 品質評価を表3に示した。

昆布粉5%添加のパンは, 無添加のコントロールに比べて比重が大きく, 比容積はコントロールの約80%であった。弾力も高く, クリープメーターによる硬さの測定ではコントロールの約2～3倍の硬さを示した(表2)。品質評価では(表3), パンとしての形均整も比較的良く, 内相色もすだちも良かったが, 昆布臭が有り, 味の面ではやや塩辛さを感じた。

昆布粉10%添加パンはコントロールに比較して比重は約2倍で比容積は約50%となり, 膨化が悪く, 外観もかなり劣った。物性値にも変化が見られ, 凝集性は小さく, 硬く, ガム性の値も高くなった。品質評価では形均整の評価も低く, 比容積がコントロールの1/2以下になった事からも分かるようにすだちが悪く, 塩辛さがさらに強くなった。

表2 昆布粉添加による製パン性

試料	測定項目						
	体積 (ml)	重量 (g)	比重	比容積	硬さ (g)	凝集性	ガム性 (gf)
コントロール	2165	396.2	0.18	5.45	435	0.794	345.5
	2100	388.4	0.19	5.39	538	0.782	420.7
	1980	389.1	0.20	5.08	445	0.785	349.2
平均	2082	391.2	0.19	5.31	473	0.787	371.8
昆布粉5%添加	1700	413.4	0.24	4.11	1379	0.739	1019.1
	1650	413.5	0.25	3.99	1677	0.708	1187.3
	1900	414.4	0.22	4.58	1213	0.768	931.6
平均	1750	413.8	0.24	4.23	1423	0.738	1046.0
昆布粉10%添加	1300	429.5	0.33	3.03	7120	0.502	3574.2
					7790	0.555	4323.5
	840	426.6	0.51	1.97	5470	0.503	2751.4
	1047	418.5	0.40	2.50	7020	0.496	3481.9
平均	1062	424.9	0.41	2.50	6850	0.514	3532.8
昆布粉15%添加	555	427.1	0.77	1.30	6550	0.444	2908.2
	540	427.2	0.79	1.26	7980	0.385	3072.3
	725	419.2	0.58	1.73	6540	0.490	3204.6
平均	607	424.5	0.71	1.43	7023	0.440	3061.7

表3 昆布粉添加パンの品質評価

		昆布粉添加量 (%)		
		5	10	15
外 観	体 積 (10)	7	6	2
	表皮色 (10)	7	6	5
	形均整 (5)	3	2	1
	皮 質 (5)	4	3	2
内 相	内相色 (10)	7	6	5
	すだち (10)	7	4	2
	触 感 (15)	9	7	4
	香 り (10)	6	5	4
	味 (25)	12	8	5
合 計		62	47	30

昆布粉15%添加パンは比重はコントロールの約4倍でずっしりと重く、比容積は30%以下で、硬いパンになった。品質評価では形均整が最も悪く、すだち、触感もさらに悪くなり、大変塩辛く、昆布臭の強いパンになった。

昆布粉の添加パンの色は、パンの外皮部と内相部に分け、計測したが、ここでは内相部の色を中心に述べる。

昆布粉添加量が5%~15%と増加するに従い、色差 (ΔE) の値が高くなり海藻の色から来る緑色が高くなった (表4)。5%添加では、コントロールと比較した場合の色差は ΔE 12.10 となり、評価はコントロールとはきわめて著しく異なる (much) で、10~15%では ΔE は 17.87 ~ 21.22 となり、評価はコントロールとは別の色系統になる (very much) であった。表3のパンの品質評価にみられる様に昆布粉の添加量が増えるに従い、普通のパンの外観とはかなり異なったものになるためか、表皮の色、内相の色ともかなり低い評価になり、機械的測定値との一致がみられた。

四訂食品成分による普通の食パンの食物繊維は2.3%であるが、昆布粉5%添加する事によって、食物繊維が40%増加し、パンの食物繊維は3.3%となる。昆布粉10%添加で食物繊維は80%

表4 昆布粉添加パンの内相部の色と色差

試 料	測定値			色差 ΔE
	L	a	b	
コントロール	68.88	-1.41	+ 0.09	
昆布粉5%添加	65.64	-1.67	+20.69	12.10
昆布粉10%添加	61.71	-0.95	+25.44	17.87
昆布粉15%添加	56.82	-0.54	+25.99	21.22

増加して、食物繊維は4.1%となる。さらに昆布粉15%添加では食物繊維は普通パンの2.2倍で、食物繊維は5%となり、吉野¹⁵⁾によるとファイバブレッドに分類される。食物繊維以外に、昆布に由来するビタミンやミネラルも供給出来る。しかし昆布粉添加パンは添加量が増加するに従い、物理的特性に大きな変化がみられ、パンの品質評価が低下した。その原因として、昆布には塩分が含まれているため、基本配合（小麦粉に対して1%の食塩量）の食塩以上に多くの食塩が添加された事になり、製パン性にマイナスの影響を与えているのではないかと考えられる。

食塩はパンの副材料としてAACC法¹³⁾でも小麦粉に対して1%と僅かな量しか添加されないが、食塩の製パン性への役割は大きく、欠く事の出来ないものである。食塩の製パン性へ与える影響の一つとしてパンへの食味や風味の付与、あるいは生地物の物性改良の効果がある^{14,16)}。また発酵のコントロールや雑菌の繁殖防止等があげられるが、食塩の添加量が多すぎたり、少なすぎたりすると、これらの効果は低下する。

そこで、昆布に含まれる塩分量の測定を行った。昆布粉100g中に6.6gの塩分が含まれていたことから、この値を元に昆布粉を5~15%添加した場合の食塩相当量を算出した結果を表5に示した。昆布粉5%添加では食塩相当量で1.3%となりコントロールの30%増し、10%添加では1.6%でコントロールの60%増し、15%添加ではコントロールの2倍となり、発酵への影響が考えられる。食塩を加えない場合は発酵が非常に速くおこり、目の粗いパンになるが、加え過ぎると発酵が徐々に、パンは硬く、目が緻密になることから¹⁷⁾、昆布粉中に含まれ塩分の製パン性への影響が大きいと考えられる。そこで昆布粉添加で食塩無添加の製パン実験を行った。

2) 食塩無添加

食塩無添加で、小麦粉に対し昆布粉5~15%添加した場合の製パン性への影響をみた。

昆布粉5%で食塩無添加パンは（表6）、表2の食塩無添加パンに比較して比重が大きく、比容積が小さい、やや硬いが、凝集性は余り変わらない、ガム性がやや高いパンになった。品質評価テストでは（表7）、全体的に大きな違いは見られなかったが、すだちや触感がやや劣り、特に味の面では、食塩量が約0.3%（0.9g）になるため（表5）、塩味がもの足りないと感じられた。

昆布粉10%添加で食塩無添加パンは、食塩添加パンに比べて比重が小さく、比容積の大きい、

表5 昆布粉添加パンの食塩相当量

昆布粉添加量 (%)	食塩相当量 (g)	小麦粉に対する食塩相当量 (%)
5	0.9	1.3
10	1.8	1.6
15	2.8	2.0

表6 食塩無添加による製パン性

試料	測定項目							
	体積 (ml)	重量 (g)	比重	比容積	硬さ (g)	凝集性	ガム性 (gf)	
昆布粉5%添加で食塩無添加	1460	404.9	0.28	3.61	1875	0.744	1395.4	
	1570	413.8	0.26	3.79	1313	0.719	943.9	
	1460	413.8	0.28	3.53	1802	0.702	1297.3	
	1640	411.3	0.25	3.99	2150	0.696	1496.0	
					1620	0.698	1130.6	
				1830	0.749	1369.8		
平均	1533	411.0	0.27	3.73	1765	0.721	1272.1	
昆布粉10%添加で食塩無添加	1340	409.3	0.31	3.27	7080	0.503	3563.4	
					5820	0.591	3441.4	
	1270	417.8	0.33	3.04	4880	0.584	2848.9	
	1310	422.3	0.32	3.10	4980	0.573	2852.0	
					4480	0.547	2451.0	
				4510	0.510	2297.8		
平均	1307	416.5	0.32	3.14	5292	0.551	2909.1	
昆布粉15%添加で食塩無添加	770	417.1	0.54	1.85	7960	0.461	3672.8	
	810	420.7	0.52	1.93	7230	0.469	3392.3	
	910	412.4	0.45	2.21	7220	0.512	3699.5	
					8050	0.540	4347.0	
					7480	0.525	3927.0	
				6390	0.475	3035.3		
平均	830	416.7	0.50	2.00	7388	0.497	3679.0	

表7 食塩無添加パンの品質評価

		昆布粉添加量 (%)		
		5	10	15
外 観	体 積 (10)	7	6	4
	表皮色 (10)	6	6	5
	形均整 (5)	2	2	1
	皮 質 (5)	3	3	2
内 相	内相色 (10)	7	6	5
	すだち (10)	6	4	3
	触 感 (15)	8	7	4
	香 り (10)	6	5	4
	味 (25)	15	12	8
	合 計	60	57	36

軟らかく、ガム性の小さいパンになった。品質評価テストでは両者はほとんど変わらなかったが、食塩量が約0.6% (1.8 g) になるため、味の面では食塩添加パンよりも評価が高かった。

昆布粉15%添加で食塩無添加パンは、食塩添加パンに比べて比重が約70%で、比容積は約1.4倍となり、硬さ、凝集性、ガム性の値はやや低下した。

品質評価テストでは、食塩量が約1% (2.8 g) になるためか、味の面で特に評価が高かった。

3) 食塩添加量の調整

基本配合では (表1), パンに含まれる食塩量は小麦粉に対して1% (2.8 g) である。そこで昆布粉に含まれる塩分量から食塩相当量に換算して、最終的な総食塩量が小麦粉に対して1% (2.8 g) になるように、添加する食塩量を調整して実験を行った。

昆布粉5%添加では、前述のように食塩添加の方が無添加よりも製パン性が高かったが、コントロールと比較すると、昆布粉を添加することによって比容積が低く、硬いパンになった。そこで、昆布粉添加は5%以下として、食塩調整を行った場合の製パン実験を試みた。昆布粉を何パーセント添加したパンが外観、内相、物性値ともに良い評価が得られるかを検討した。

昆布粉1~2%添加はコントロールの物理的特性とほぼ同じであった。昆布粉添加割合が3~5%と高くなるに従い、比重が大きくなり、比容積は減少し、パンの硬さは3%添加で1.4倍、5%添加で3.5倍となり、添加量の増加とともに、ガム性は次第に高くなったが、凝集性は次第に減少した。パンの品質評価では、昆布粉添加量が増えるに従い、外観的には形均整率の低下や、内相的にはすだちの低下で、気泡が小さくなり、触感が硬く、香りや味の低下がみられた。

以上のように昆布粉1~5%の添加で塩分調整を行い、コントロールとの比較では、物理的特性や形均整やすだちの品質評価にみられるように、昆布粉添加量が増えるに従い、明らかな製パン性の低下がみられ、昆布粉添加量は小麦粉に対して5%が限度と考えられる。このことから昆布粉添加による製パン性の低下は、塩分の増加による影響だけではなく、昆布の粉末と小麦粉のグルテンが混じり、グルテンの伸びや発酵が阻害されるためではないかと考えられる。

昆布粉5%添加では、食物繊維は普通の食パンの40%増加で3.3%にしかならない。食物繊維を多く添加するという当初の目的を達成するために、昆布の主成分であり、小麦粉やその加工食品の改良剤として用いられており¹⁷⁾、しかも純粋な食物繊維であるアルギン酸の添加を試みた。

2. アルギン酸添加と製パン性への影響

1) アルギン酸添加

小麦粉に対して、昆布粉を5~20%添加した場合に相当するアルギン酸の含有量を算出して (同一材料を使用した筆者らの実験に基づく)^{18,19,20)}、3.5~14 gのアルギン酸添加を試みた (表8)。

表8 アルギン酸添加量

昆布粉 (%)	昆布粉 (g)	昆布粉に相当する アルギン酸量 (g)	小麦粉に対する アルギン酸量 (%)
5	14.0	3.5	1.3
10	28.0	7.0	2.6
15	42.0	10.5	4.0
20	56.0	14.0	5.3

昆布粉5%添加に相当するアルギン酸3.5g添加は、アルギン酸添加量が少ないためか、昆布粉5%添加の場合との物理的特性の差は見られなかった(表9)。

昆布粉10%、15%添加に相当するアルギン酸7.0g、10.5g添加したところ、昆布粉添加パンと比較して、比容積は1.7~2.4倍と高く、硬さは逆に1/6~1/3低い、軟らかいパンになった。昆布粉15%添加に相当する、アルギン酸10.5g添加でも、昆布粉添加の場合は歪なもの

表9 アルギン酸添加による製パン性

試料	測定項目							
	体積 (ml)	重量 (g)	比重	比容積	硬さ (g)	凝集性	ガム性 (gf)	
アルギン酸 3.5 g 添加 (昆布粉 5%に相当)	1400	414.1	0.30	3.38	1326	0.729	906.2	
					1507	0.746	1124.8	
	1450	412.7	0.28	3.51	902	0.726	655.1	
					1346	0.756	1017.2	
	1640	411.4	0.25	3.99	1225	0.703	861.7	
				1058	0.742	785.1		
	1420	415.3	0.29	3.42	1787	0.664	1185.9	
平均	1477.5	413.4	0.28	3.58	1307	0.724	933.7	
アルギン酸 7.0 g 添加 (昆布粉10%に相当)	1780	414.3	0.23	4.30	1148	0.719	825.2	
					1131	0.726	821.2	
	1780	413.2	1.23	4.31	1012	0.753	762.0	
平均	1780	413.8	0.73	4.31	1097	0.733	802.8	
アルギン酸 10.5 g 添加 (昆布粉15%に相当)	1400	418.7	0.30	3.44	2880	0.829	2386.7	
					3120	0.790	2463.0	
					2080	0.772	1606.2	
	1450	420.8	1.29	3.45	2470	0.711	1756.7	
					1830	0.795	1454.2	
平均	1425	419.8	0.80	3.45	2476	0.779	1933.4	
アルギン酸 14.0 g 添加 (昆布粉20%に相当)	1260	422.8	0.34	2.98	2940	0.720	2117.4	
					4160	0.715	2974.1	
	平均	1260	422.8	0.34	2.98	3550	0.718	2545.8

表10 アルギン酸添加パンの品質評価

		アルギン酸添加量 (g)			
		3.5 (昆布粉5%に相当)	7.0 (昆布粉10%に相当)	10.5 (昆布粉15%に相当)	14.0 (昆布粉20%に相当)
外観	体積 (10)	7	8	7	6
	表皮色 (10)	6	6	5	5
	形均整 (5)	3	4	3	3
	皮質 (5)	4	4	3	3
内相	内相色 (10)	10	10	10	10
	すだち (10)	8	8	8	8
	触感 (15)	11	12	11	10
	香り (10)	9	9	9	9
	味 (25)	20	20	20	20
合計		78	81	76	74

なったが、品質評価 (表10) に見られるように、外観的に形均整のとれたよく膨化したパンになり、内相のすだちもほぼコントロールと同じ様なきめの細かい、軟らかいパンになった。以上の結果から、さらにアルギン酸の添加量を増す事が可能ではないかと考え、昆布粉20%添加に相当するアルギン酸 14 g 添加を試みた。その結果、比容積はアルギン酸 10.5 g よりもやや下がり、昆布粉10%添加した場合 (表2) に近くなったが、硬さは約 1 / 2 となり、軟らかいパンになった。比容積の低下は、アルギン酸を添加した事によるドウ中のグルテンの減少分が一因であろうと考えられる。アルギン酸を添加した場合の品質評価 (表10) で、昆布粉添加 (表3) と大きく異なる点は、すだちの気泡が小さく、触感が軟らかい事であり、コントロールと比べても緻密なすだちとなった。アルギン酸を添加した場合は、いずれの添加量の場合も、軟らかく触感が良く、昆布粉を添加したものよりも優れていた。アルギン酸添加量 3.5~14.0 g の中では特に 7 g 添加 (昆布粉10%添加に相当) が比容積の大きい (表9) , 軟らかい、最も優れたパンに仕上がった (表10)。

アルギン酸を添加した場合のパンの食物繊維は、アルギン酸 3.5 g 添加 (昆布粉5%に相当) で3.14%, アルギン酸 7.0 g 添加 (昆布粉10%に相当) で4.0%, アルギン酸 10.5 g 添加 (昆布粉15%に相当) で5.0%となり、普通の食パンの2倍以上の食物繊維があり、アルギン酸 14.0 g 添加 (昆布粉20%に相当) で5.6%となる等、パン中の食物繊維は増加し、アルギン酸 10.5 g と 14.0 g 添加したものは吉野¹⁵⁾ によるとファイバブレッドに分類される含有量となった。

アルギン酸添加の場合は、純度の高い繊維であるため、昆布粉添加の場合とは製パン性が異なり、製パン性へのプラスの影響が見られた。アルギン酸は分子構造にカルボキシル基を持つ高分子電解質で、小麦粉のたんぱく質と、より緻密な三次元的網目状構造を形成し、その網目

状間に均質に水、でん粉、イースト等の成分を保持することによる組織改良剤としての働きがあるのではないかと考えられる。そのため、アルギン酸を添加したパンは、よりきめの細かい、軟らかいパンに仕上がったものと考えられる。

アルギン酸に組織改良剤としての働きがあるとすれば、でん粉の老化防止にも効果があるのではないかと推測されることから、パンの保存性についての実験を試みた。

2) アルギン酸添加パンの保存性

小麦粉に対してアルギン酸を5～20%添加したパンと、アルギン酸を添加しないパンをコントロールとして、保存に伴う変化を比較した。

それぞれのパンをラップフィルム（旭化成工業 KK 製，ポリ塩化ビニリデン）で包み，さらに金属製の缶に入れて密封し，25℃の室温で24時間放置した後，クリーブメーターで硬さを測定した。表11は，焼きあがり後，30分間放冷した時のパンの硬さを100として，24時間後の硬さを示したものである。

アルギン酸を添加したものはいずれもコントロールよりは数値が小さく，軟らかい事を示した。アルギン酸の添加量が多くなるに従い，軟化度が高くなり，アルギン酸20%添加ではコントロールの約70%の硬さであった。

これらのことから，アルギン酸の添加量が多くなるほど，長時間保存した後も，パンの軟らかさを保つ事が出来ると言える。

アルギン酸の中でも食品添加物として用いられるアルギン酸ナトリウム（sodium alginate）は水によく溶け，10～20倍量の水を吸収して膨潤する粘潤なコロイド溶液となる性質があり，多量に水を保存することが出来る²¹⁾。従って，アルギン酸の保水性から，グルテンの網目状構造間に水を保持する力がより強くなり，でん粉の老化防止につながっているのではないかと考えられる。

表11 アルギン酸添加パンの保存性

	コントロール	アルギン酸 3.5 g (昆布粉 5% に相当)		アルギン酸 7.0 g (昆布粉 10% に相当)		アルギン酸 10.5 g (昆布粉 15% に相当)		アルギン酸 14.0 g (昆布粉 20% に相当)
焼成30分後の硬さ	100	—	—	—	—	—	—	—
24時間後の硬さ	175	161	138	150	168	141	139	127
平均	175	150		159		140		127

IV 要 約

昆布の粉末や、アルギン酸をパンに添加し、食物繊維の多いパンを製造する事を試みた結果、以下の事が明らかになった。

1. 小麦粉に対して昆布粉を5%、10%、15%の割合で添加したところ、物理的特性に大きな変化がみられ、外観、味ともに良い評価が得られなかった。

最も添加量の少ない昆布粉5%のパンはコントロールに比べて物理的特性はやや劣るが、形が良好で、パンのすだちも良かったが、風味の面では昆布臭が有り、やや塩辛さが感じられた。

2. 昆布粉を添加した場合、昆布粉中の塩分が製パン性にマイナスに働いていることが考えられることから、最終的な総食塩量が基本分量と同じになるように、添加する食塩量を調整して実験を行ったが、明らかな製パン性の改善は認められなかった。

3. アルギン酸を添加した場合、きめの細かい軟らかいパンになり、製パン性へのプラスの影響が認められた。アルギン酸の添加量は7g(昆布粉10%に相当)が最も優れていた。

4. アルギン酸を添加した場合、パンの保存実験では弾力が失われにくく、軟らかさを保つ事が出来、アルギン酸の添加量が多いほど、その効果が高かった。

実験にご協力頂いた佐々木理恵さん、島谷美佳さん、山下雅美さんに対し厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 印南 敏, 桐山修八編: 食物繊維. 1~5, 第一出版株式会社, 東京 (1995)
- 2) 吉田静代: 金城学院大学論集, **23**, 110 (1983)
- 3) Pomeranz, Y.: Baker's Digest, **51**, 94 (1977)
- 4) Volpe, T. and Lahman, T.: Baker's Digest, **51**, 24 (1977)
- 5) Prentice, N. and D'apponia, B.L.: Cereal Chem., **54**, 1084 (1977)
- 6) Pomeranz, Y., Shogren, N. D. and Finney, K. F.: Baker's Digest, **50**, 35 (1976)
- 7) Dubois, D.K.: Baker's Digest, **52**, 30 (1978)
- 8) D'apponia, B. L. and Youngs, U. L.: Cereal Chem., **55**, 736 (1978)
- 9) Pomeranz, Y.: Cereal Chem., **54**, 25 (1977)
- 10) Lorenz, K.: Baker's Digest, **50**, 27 (1976)
- 11) Crabtree, J.: J. Food Technol., **13**, 397 (1978)
- 12) 辻 啓介, 辻 悦子, 中川靖枝, 鈴木新太郎: 日本家政学会誌, **39**, 3 (1988)

- 13) Compiled and Published by the Approved Methods Committee: American Association of Approved Methods, page. 2 of 6 (1992)
- 14) 柴田茂久, 中江利昭: 小麦製品の知識, 144, 幸書店, 東京 (1995)
- 15) 吉野梅夫: 東京家政大紀要, **24**(2), 198 (1984)
- 16) 高野博幸, 宮崎祐一, 日野明寛, 朝木荘一, 田中康夫: 日本食品科学工学会誌, **43**, 5 (1996)
- 17) Bell Lowe: ベル・ロウの調理実験, 493 (1970)
- 18) 奥田弘枝, 中川禎人: 広島女学院大学生活科学部紀要, **3**, 175 (1996)
- 19) 中川禎人, 奥田弘枝: 日本食品科学工学会誌, **43**, 282-283 (1996)
- 20) 中川禎人, 奥田弘枝: 日本食品科学工学会誌, **46**, 724-725 (1993)
- 21) 吉中禮二: 魚・貝・海藻の栄養機能, 97, 恒星社厚生閣, 東京 (1993)