

研究分野	5 いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発	部名	利用加工部
研究課題名	(4) 県産水産物の素材特性に関する研究 ① 海藻製品の品質向上および新しい加工品の開発に関する研究		
予算区分	県単 (利用加工試験費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 26～30 年度		
担当	(主) 小野寺 宗仲 (副) 上田 智広、藤嶋 敦		
協力・分担関係	岩手県漁連・県内各漁協、石村工業 (株)、(株) ダイイチソルト、(株) マルニシ		

<目的>

- 平成 28 年春の水温は例年よりも 2～3℃高く、養殖ワカメの生育や形状 (生長と老化が早まり長さが短めで芯が太くメカブが大きくなる等) に大きく影響した。藻体の酸性化の指標である葉体の pH を調べ、冷水が長期間接岸して藻体の pH が 6 未満に低下した平成 27 年と比較した。
- 異常冷水現象 (沿岸域で 5℃以下の水温が 2 週間以上持続) の発生により平成 27 年産の湯通し塩蔵ワカメは貯蔵中 (買受人や漁協による -10～18℃程度の貯蔵) に変色が多発したが、ほとんどは漁協自営加工場による製品であった。そのため平成 28 年春に湯通し温度を見直し、平成 27 年の湯通し温度設定よりも 2～3℃下げの対応を行った漁協自営加工場が見られた (平成 27 年度年報 p133～140 参照) ので、貯蔵後の品質 (色調) についての聞きとり調査を行った。
- 平成 28 年 2 月に策定した『ワカメ高速攪拌塩漬装置しおまるの推奨使用条件 (水産技術センターHP : ダウンロードの Web ページを参照)』の平成 28 年産「芯太ワカメ」に対する有効性を検証するため、平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査を実施した。なお、本品質調査は「しおまる」による攪拌式に加え、従来の振り塩による塩漬法 (従来式) や飽和食塩水をポンプで循環させて塩漬する循環式の試料も収集し、県産湯通し塩蔵ワカメの品質向上を目的として調査を実施した。

<試験研究方法>

- 生ワカメ葉体の pH 調査
平成 28 年春に岩手県沿岸 (宮古市および大槌町) で採取された養殖生ワカメの葉体を約 10g 採取し (測定部位は平成 27 年度年報 p133 を参照)、9 倍量 (90ml) の蒸留水を加えてミキサーを用いて約 30 秒間の粉碎処理を行った後、粉碎試料をスターラーで 2 分間攪拌しながら pH メーターで値を測定した。ワカメ葉体 5～6 本の pH を個別に測定して平均値を算出した。
- 平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメの貯蔵後の品質 (色調) 調査
平成 28 年春に漁協自営加工場で製造された湯通し塩蔵ワカメの品質 (貯蔵後の色調など) についての聞きとり調査を行った。調査は平成 28 年 10～12 月および平成 29 年 2 月頃に実施し、漁協や民間企業への訪問調査 (3 加工場) または電話による聞き取り調査 (2 加工場) を実施した。
- 平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメ (岩手産) の品質調査および改善指導
岩手県漁連と水産技術センターが収集した平成 28 年産の湯通し塩蔵ワカメ 198 試料 (従来式 29 『芯付 16、芯抜 11、切葉 1、中芯 1』、攪拌式 161 『芯付 44、芯抜 113、元葉 2、切葉 1、中芯 1』、循環式 8 『芯抜 8』) を試料とし、水分 (常圧乾燥法で測定)、塩分 (灰化後にモール法で測定)、水分活性 (デカゴン社製水分活性計 CX-3TE で測定) を 2～3 回ずつ測定して平均値を算出した (サンプル数 : n=2～3)。なお、岩手県漁協水産製品嘱託検査員格付査定研修会用試料 (198 試料中の 22 試料) については、pH (粉碎希釈法 : 19 倍量の蒸留水を加えて粉碎後に攪拌しながら測定した。なお、湯通し塩蔵ワカメは給水するので生ワカメよりも蒸留水を多く加える必要がある。) の測定も 3 回行って平均値を算出した。分析結果から保存性の判断指標 (水分活性値 0.79 以上は保存性不良) に基づいて改善が必要と判断された漁協や生産者に対して改善指導を行った。なお、本塩

分測定では付着塩が多い場合、完全に除去することは困難であるため、試料採取時に付着塩を軽く払う程度で塩分測定を実施したので、水産技術センターの塩分値≒岩手県漁連（湯通し塩蔵ワカメの製造要領・検査規格、2008年12月発行）で定めている塩分含有率とほぼ同義である。付着塩の有無や程度は試料によって異なっており、一部の試料には備考欄に付着塩量に関するコメント（皆無、微量、少量、中量、多量）を付した。また、生産者から収集した試料の一部（格付査定研修会試料を除く）は早採りワカメに匹敵する小さい原藻サイズであったため、備考欄にコメントを記載した。

4 加工相談の対応による海藻製品等の品質向上支援および商品化支援

利用加工部では、水産加工業者、岩手県漁連、各漁協等からの加工相談に毎年対応しており、海藻加工品に関する相談が多い傾向にある。平成28年度に当職が対応した相談件数や内容についてとりまとめた。

<結果の概要・要約>

1 生ワカメ葉体の pH 調査

平成28年春の水温は例年よりも2~3℃高く（図1、漁場保全部の測定データより）、2定点（H28A、H28B）とも栄養塩濃度（図2、漁場保全部の測定データより）が0.8μg/Lと最も低下した頃の3月中旬頃にpHは6.1~6.2（図3）と最低値を示したが、その後に栄養塩濃度がやや回復すると3月下旬~4月中旬でもpHは6.2以上と高かった。一方、比較のために示した平成27年春は、5℃以下の冷水が2月中旬~3月下旬に長期接岸して養殖ワカメの生育に影響を与えたため、2定点（H27A、H27B）とも2月下旬以降pH未満で推移した。

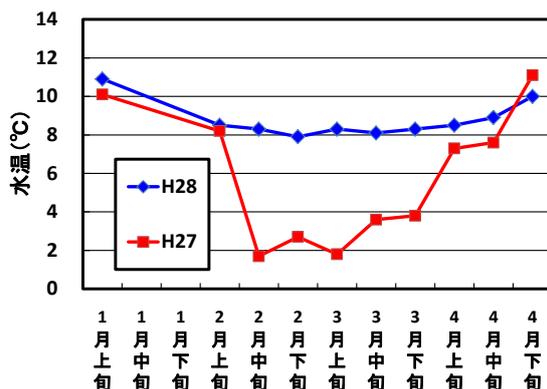


図1 水温の変動

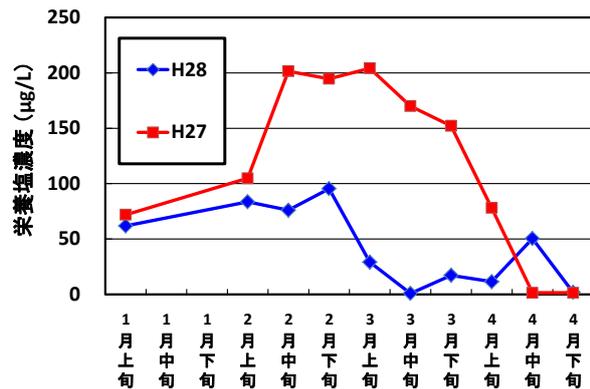


図2 栄養塩濃度の変動

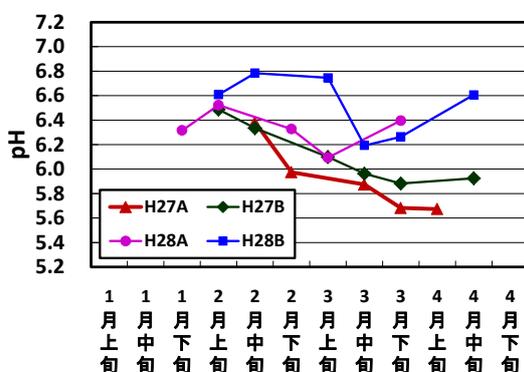


図3 生ワカメ葉体の pH の変動

2 平成28産湯通し塩蔵ワカメの貯蔵後の品質（色調）調査

調査を行った5加工場では、28年産の湯通し塩蔵ワカメの色調は非常に良く、製造から6~12ヶ月間貯蔵しても変色等の発生は無かった。各加工場からは、例年よりもワカメの長さは短くて芯は太く、メカブは大きくなり、漁期後半にヒラハコケムシの付着が見られた等のほぼ共通したコメントが得られた。平成27年の春よりも湯通し温度設定を2~3℃下げた加工場（湯温設定87~90℃程度、ワカメ投入後の湯温85~88℃程度）では、平成28年春は水温が例年よりも高く暖水傾向であり、ワカメ原藻の色調は良かったため、貯蔵後の湯通し塩蔵ワカメの色調も良好であり、湯温設定を下げた影響は無かったとの回答が得られた。一方、湯温設定を例年と同じ92~93℃程度（ワ

カメ投入後の湯温 89～90℃程度)で行った加工場でも、平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメの色調は良好であり、貯蔵中の変色等の問題は無かったとの返答が得られた。以上により、漁協自営加工場の品質調査結果をまとめると、総じて平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメの色調は良好であり、湯通し温度の違いによる品質の差は認められなかった。次年度以降、冷水や暖水の長期接岸が見られた場合には、湯通し温度の設定に細心の注意を払い、ワカメが煮過ぎにならないように注意することが必要である。また、生ワカメ原藻の pH を把握しながら加工適性を判断し、状況に応じて湯通し温度や時間を調整する等の対策を講じる必要がある。

3 平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査

3-1) 平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメ【格付査定研修会用試料】

全 22 試料の塩漬法の内訳は、攪拌式 14、従来法 6、循環式 2 であった (表 1)。塩分不足で保存性が著しく不良であると考えられる水分活性値 0.79 以上を示した製品が 2 試料 (試料 2 と 14、芯抜き品、従来式) 認められ、これらの製品では微生物の増殖等による品質劣化 (変色など) が生じやすいため、試料 2 と 14 では塩漬条件の最適化 (振り塩前の水切りの状況、食塩添加量、塩漬時間、塩漬タンク中の滲出液の塩分濃度【25%以上であるか】など) が必要である。試料 14 の水分は 62%を超えており、岩手県漁連の定める出荷基準 (芯抜き品の葉の水分量: 60%以下) を満たしておらず、さらに脱水処理を行っても藻体中の食塩水が放出されて水分や塩分は低下するが、水分活性値は変化せずに保存性は改善されない (実証試験により確認済み)。

水分 60%以下の脱水が十分な芯抜き品の葉の塩分が 19%を超えてくると付着塩が多くなる傾向が見られ、19%未満では付着塩は少なく、その程度は皆無～少量の範囲内である。試料 5 および試料 21 の元葉では、ともに水分が約 56%と脱水は十分であるが、付着塩量が多いため塩分は 18.91～20.63%と高い。付着塩量が多いと塩落としが不十分であると見られ、等級が下がるので共販出荷品の場合には塩落としを十分に行うことが必要である。

なお、溶解していない付着塩は水分活性には影響せず、湯通し塩蔵ワカメ中の水に溶解している食塩のみが水の蒸気圧を低下させ、水分活性に影響を及ぼす。22 試料の pH 値は 6.48～7.23 であったが、葉・芯ともに 6.4 以上と高い値を示し、藻体はほぼ中性であるため、藻体中の酸性成分による変色等は生じにくいと推察された。

表 1 平成 28 年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査結果【格付査定研修会用試料】

No	入札年月日	銘柄等級	水分	灰分	塩分	水分活性	pH	塩漬法	サンプル数 (n)
1	H28.3.25	中芯1	68.55	24.32	21.97	0.765	6.53	従来式	3
2	H28.3.25	抜2	58.62	18.93	14.47	0.818	6.54	従来式	3
3	H28.3.25	抜別1	56.10	21.58	17.03	0.770	6.93	攪拌式	3
4	H28.3.25	抜1	56.97	21.52	16.97	0.776	7.02	循環式	3
5	H28.3.25	元葉1	56.27	23.15	18.91	0.750	6.68	攪拌式	3
6	H28.3.25	付1(葉)	56.82	21.50	17.08	0.773	7.04	攪拌式	3
		付1(芯)	63.63	23.18	19.72	0.776	7.23		3
7	H28.3.25	抜1	55.58	21.97	17.25	0.762	6.70	攪拌式	3
8	H28.3.26	抜1	56.41	22.55	17.89	0.759	6.93	攪拌式	3
9	H28.3.26	中芯1	67.86	24.36	21.84	0.761	6.77	攪拌式	3
10	H28.3.26	抜1	58.06	24.58	20.89	0.750	6.56	攪拌式	3
11	H28.3.26	抜2	57.06	22.68	18.89	0.756	6.64	攪拌式	3
12	H28.3.26	抜並1	53.72	21.49	16.64	0.766	6.50	攪拌式	3
13	H28.3.26	切葉1	57.04	22.37	18.06	0.761	6.90	攪拌式	3
14	H28.4.7	抜1	62.58	20.63	17.09	0.797	6.66	従来式	3
15	H28.4.7	抜別1	55.01	24.12	19.72	0.751	7.00	従来式	3
16	H28.4.7	抜2	52.99	22.07	20.63	0.756	7.03	攪拌式	3
17	H28.4.7	抜並1	55.48	21.86	17.05	0.768	7.03	従来式	3
18	H28.4.7	切葉1	55.10	22.52	18.29	0.753	6.81	従来式	3
19	H28.4.8	付1(葉)	57.11	23.98	20.36	0.750	7.05	攪拌式	3
		付1(芯)	64.26	24.89	21.74	0.749	7.22		3
20	H28.4.8	抜1	55.60	24.27	19.91	0.751	6.79	攪拌式	3
21	H28.4.8	元葉1	56.41	24.91	20.63	0.751	6.66	攪拌式	3
22	H28.4.8	抜2	50.17	21.38	16.01	0.759	6.48	循環式	3

3-2) 平成28年産湯通し塩蔵ワカメ【芯抜品、自家加工品】

118 試料の塩漬法の内訳は、従来式7、循環式6、攪拌式105であった(表2-1、表2-2)。生産者から製造の途中段階で収集した試料もあるため、水分が共販出荷基準の60%を超える試料も多く、水分は47.86~64.96%となっていた。塩分は11.81~23.97%となり、試料間のバラツキは大きかった。水分活性値は0.747~0.873となり、水分活性値が0.79以上の6試料(試料の約5%)が認められた。

最も保存性が悪い試料No37(塩分11.81%、水分活性値0.873)であり、高速攪拌塩漬装置の使用に不慣れた生産者であることが半明したので、関係漁協を通じて塩漬条件(攪拌速度の設定、塩漬時間、網袋に詰める海藻量、海藻投入総量など)を「ワカメ高速攪拌塩漬装置の推奨使用条件」に従って改善するよう指導した。

また、平成28年春の高水温(例年よりも2~3℃高かった現象)の影響のためか湯通し塩蔵ワカメ・コンブにヒラハコケムシの付着(図4)が見られ、ワカメでは漁期後半(主に4月以降)に付着が確認された。

表2-1 平成28年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査結果【芯抜品、自家加工品】

試料No	部位	水分(%)	灰分(%)	塩分(%)	水分活性	塩漬法	サンプル数(n)	備考
1	芯抜(葉)	58.61	21.73	17.44	0.777	攪拌式	3	
2	芯抜(葉)	57.21	23.59	19.29	0.754	攪拌式	3	
3	芯抜(葉)	57.80	20.80	16.21	0.790	攪拌式	3	
4	芯抜(葉)	56.46	24.26	19.84	0.749	攪拌式	3	
5	芯抜(葉)	55.04	22.61	18.21	0.749	攪拌式	3	
6	芯抜(葉)	53.20	21.45	16.50	0.766	攪拌式	3	
7	芯抜(葉)	53.66	22.97	17.93	0.753	攪拌式	3	
8	芯抜(葉)	54.80	21.98	16.81	0.768	攪拌式	3	
9	芯抜(葉)	58.20	21.80	17.66	0.777	攪拌式	3	
10	芯抜(葉)	58.39	22.23	17.98	0.771	攪拌式	3	
11	芯抜(葉)	56.00	22.45	17.86	0.758	攪拌式	3	
12	芯抜(葉)	57.31	22.88	18.35	0.760	攪拌式	3	
13	芯抜(葉)	56.26	21.80	17.19	0.770	攪拌式	3	
14	芯抜(葉)	54.99	23.65	18.94	0.751	攪拌式	3	付着塩有(少~中)
15	芯抜(葉)	58.42	21.62	16.90	0.779	攪拌式	3	
16	芯抜(葉)	57.33	23.34	18.70	0.754	攪拌式	3	
17	芯抜(葉)	58.52	22.64	18.45	0.767	攪拌式	3	
18	芯抜(葉)	52.07	24.05	19.47	0.750	攪拌式	3	
19	芯抜(葉)	55.32	22.52	17.82	0.755	攪拌式	3	
20	芯抜(葉)	56.65	21.06	16.27	0.777	攪拌式	3	
21	芯抜(葉)	56.43	22.49	17.97	0.763	攪拌式	3	
22	芯抜(葉)	54.97	22.28	17.21	0.757	攪拌式	3	
23	芯抜(葉)	55.72	22.53	17.67	0.757	攪拌式	3	
24	芯抜(葉)	56.86	22.70	18.47	0.757	攪拌式	3	
25	芯抜(葉)	51.27	21.13	15.81	0.761	攪拌式	3	
26	芯抜(葉)	56.78	23.48	18.96	0.754	攪拌式	3	
27	芯抜(葉)	53.54	22.57	17.65	0.753	攪拌式	3	
28	芯抜(葉)	55.93	22.00	17.29	0.768	攪拌式	3	
29	芯抜(葉)	59.04	21.86	17.67	0.782	攪拌式	3	
30	芯抜(葉)	56.63	22.45	18.12	0.755	攪拌式	3	
31	芯抜(葉)	54.92	23.06	18.24	0.753	攪拌式	3	付着塩有(少~中)
32	芯抜(葉)	57.35	22.77	18.46	0.756	攪拌式	3	
33	芯抜(葉)	54.63	22.81	17.97	0.755	攪拌式	3	付着塩有(少)
34	芯抜(葉)	55.44	25.11	20.47	0.751	攪拌式	3	付着塩有(中~多)
35	芯抜(葉)	57.30	22.64	18.32	0.758	攪拌式	3	
36	芯抜(葉)	54.64	28.15	23.97	0.752	攪拌式	3	付着塩有(多)
37	芯抜(葉)	64.96	15.87	11.81	0.873	攪拌式	3	
38	芯抜(葉)	56.28	22.63	18.51	0.758	攪拌式	3	
39	芯抜(葉)	58.88	19.95	15.82	0.805	攪拌式	3	
40	芯抜(葉)	58.86	21.91	17.92	0.775	攪拌式	3	
41	芯抜(葉)	54.34	22.96	18.48	0.752	攪拌式	3	付着塩有(少~中)
42	芯抜(葉)	52.74	23.84	19.35	0.750	攪拌式	3	付着塩有(中)
43	芯抜(葉)	55.08	22.67	17.86	0.753	攪拌式	3	付着塩有(微)
44	芯抜(葉)	54.58	22.20	17.49	0.754	攪拌式	3	付着塩有(微)
45	芯抜(葉)	56.58	23.04	18.73	0.751	攪拌式	3	付着塩有(微)
46	芯抜(葉)	56.60	23.92	19.45	0.753	攪拌式	3	付着塩有(少~中)
47	芯抜(葉)	56.64	22.33	17.92	0.768	攪拌式	3	
48	芯抜(葉)	56.45	22.78	18.09	0.762	攪拌式	3	
49	芯抜(葉)	55.00	22.43	17.66	0.757	攪拌式	3	
50	芯抜(葉)	55.29	22.76	18.17	0.755	攪拌式	3	付着塩有(少~中)

表2-2 平成28年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査結果【芯抜品、自家加工品】

試料 No	部位	水分 (%)	灰分 (%)	塩分 (%)	水分 活性	塩漬法	サンプル数 (n)	備考
51	芯抜(葉)	56.06	23.34	19.11	0.754	攪拌式	3	
52	芯抜(葉)	56.47	22.69	18.25	0.756	攪拌式	3	
53	芯抜(葉)	56.89	22.32	17.69	0.765	攪拌式	3	
54	芯抜(葉)	54.61	22.65	17.94	0.755	攪拌式	3	
55	芯抜(葉)	55.72	22.91	18.32	0.757	攪拌式	3	
56	芯抜(葉)	56.97	22.93	18.61	0.756	攪拌式	3	
57	芯抜(葉)	54.35	22.49	17.76	0.757	攪拌式	3	付着塩有(微)
58	芯抜(葉)	57.25	23.06	18.97	0.755	攪拌式	3	
59	芯抜(葉)	57.90	22.14	18.01	0.770	攪拌式	3	
60	芯抜(葉)	55.84	22.05	17.26	0.763	攪拌式	3	
61	芯抜(葉)	58.00	22.50	18.08	0.769	攪拌式	3	
62	芯抜(葉)	57.92	22.87	18.54	0.761	攪拌式	3	
63	芯抜(葉)	54.40	22.74	18.25	0.752	攪拌式	3	一部に付着塩有(微)
64	芯抜(葉)	58.79	22.88	18.88	0.757	攪拌式	3	
65	芯抜(葉)	54.58	22.16	17.65	0.761	攪拌式	3	
66	芯抜(葉)	56.44	22.67	17.92	0.758	攪拌式	3	
67	芯抜(葉)	57.09	22.71	18.16	0.759	攪拌式	3	
68	芯抜(葉)	56.10	22.55	18.00	0.756	攪拌式	3	
69	芯抜(葉)	54.67	24.03	19.08	0.754	攪拌式	3	付着塩有(少~中)
70	芯抜(葉)	57.25	22.59	18.36	0.758	攪拌式	3	
71	芯抜(葉)	54.10	22.00	16.88	0.756	攪拌式	3	
72	芯抜(葉)	55.55	22.81	18.11	0.754	攪拌式	3	
73	芯抜(葉)	55.45	22.70	17.89	0.753	攪拌式	3	
74	芯抜(葉)	56.36	22.92	17.33	0.754	攪拌式	3	
75	芯抜(葉)	55.21	22.58	18.51	0.754	攪拌式	3	
76	芯抜(葉)	54.82	22.00	17.15	0.762	攪拌式	3	
77	芯抜(葉)	57.83	22.28	17.99	0.760	攪拌式	3	
78	芯抜(葉)	56.82	22.49	18.27	0.759	攪拌式	3	
79	芯抜(葉)	51.11	27.77	23.08	0.751	攪拌式	3	付着塩有(中)
80	芯抜(葉)	53.54	20.35	15.36	0.784	攪拌式	3	
81	芯抜(葉)	57.84	23.08	19.21	0.756	攪拌式	3	
82	芯抜(葉)	57.01	22.29	18.20	0.767	攪拌式	3	
83	芯抜(葉)	57.61	22.62	18.77	0.760	攪拌式	3	
84	芯抜(葉)	53.95	21.96	16.60	0.765	攪拌式	3	
85	芯抜(葉)	55.60	22.37	17.72	0.758	攪拌式	3	
86	芯抜(葉)	57.34	22.79	18.77	0.754	攪拌式	3	
87	芯抜(葉)	56.63	23.15	19.18	0.751	攪拌式	3	付着塩有(少)
88	芯抜(葉)	57.45	22.37	18.12	0.767	攪拌式	3	
89	芯抜(葉)	58.94	21.98	17.48	0.775	攪拌式	3	
90	芯抜(葉)	57.92	23.66	19.14	0.751	攪拌式	3	付着塩有(微)
91	芯抜(葉)	55.53	22.47	17.61	0.758	攪拌式	3	
92	芯抜(葉)	55.74	21.15	16.38	0.781	攪拌式	3	
93	芯抜(葉)	55.86	22.61	17.95	0.756	攪拌式	3	
94	芯抜(葉)	56.50	22.42	18.11	0.758	攪拌式	3	
95	芯抜(葉)	54.23	21.85	17.24	0.759	攪拌式	3	
96	芯抜(葉)	56.84	22.09	17.63	0.768	攪拌式	2	
97	芯抜(葉)	55.29	19.93	14.94	0.781	攪拌式	3	
98	芯抜(葉)	58.29	23.13	18.80	0.755	攪拌式	3	
99	芯抜(葉)	56.61	21.95	17.25	0.765	攪拌式	3	
100	芯抜(葉)	53.81	22.49	17.63	0.749	攪拌式	3	
101	芯抜(葉)	56.66	19.30	14.82	0.803	攪拌式	3	
102	芯抜(葉)	55.87	23.25	18.47	0.751	攪拌式	3	
103	芯抜(葉)	52.37	22.00	16.95	0.751	攪拌式	3	
104	芯抜(葉)	61.19	24.33	21.05	0.754	攪拌式	3	
105	芯抜(葉)	56.23	22.55	18.18	0.760	攪拌式	3	
106	芯抜(葉)	53.89	22.38	17.07	0.759	従来式	3	
107	芯抜(葉)	54.22	22.48	17.48	0.756	従来式	3	
108	芯抜(葉)	53.31	23.91	18.68	0.751	従来式	3	付着塩有(少)
109	芯抜(葉)	56.87	21.26	17.07	0.778	従来式	3	
110	芯抜(葉)	53.96	22.14	17.40	0.756	従来式	3	
111	芯抜(葉)	54.25	21.12	16.43	0.782	従来式	3	
112	芯抜(葉)	60.59	20.64	16.12	0.750	従来式	3	
113	芯抜(葉)	54.87	19.50	14.08	0.804	循環式	3	
114	芯抜(葉)	47.86	20.02	14.24	0.764	循環式	3	
115	芯抜(葉)	57.45	19.71	14.95	0.799	循環式	3	
116	芯抜(葉)	54.71	24.88	20.36	0.752	循環式	3	
117	芯抜(葉)	56.40	23.22	18.42	0.750	循環式	3	
118	芯抜(葉)	53.54	24.44	19.90	0.747	循環式	3	付着塩有(中~多)



図4 平成28年産湯通し塩蔵ワカメ（左）・コンブ（右）に見られたヒラハコケムシ

3-3) 平成28年産湯通し塩蔵ワカメ【芯付品、自家加工品】

47 試料の塩漬法の内訳は、攪拌式41、従来法5、不明1であった（表3-1、表3-2）。芯付品（葉）の水分は52.80~66.30%（平均値61.0%）、塩分は16.32~27.72%（平均値19.8%）、水分活性値は0.750~0.790（平均値0.762）であった。一方、芯付品（芯：茎のこと）の水分は60.08~71.68%（平均値68.4%）、塩分は19.03~24.14%（平均値22.4%）、水分活性値は0.749~0.802（平均値0.766）であった。製造途中に抜き取られた試料が多かったと推察され、葉・芯とも共販出荷基準（葉・芯ともに水分65%以下）を満たしていたのは10試料のみであった。試料No17（攪拌式）では、葉の水分活性値は0.765であったが、芯では0.802と高く塩分不足になっていた。この原因は、網袋の口をねじりながらワカメの直ぐ上に結束バンドを装着したため、袋内のワカメは攪拌中に十分のみ洗いされず、ほぼ固定されたような状態で塩漬され、ワカメに飽和食塩水の攪拌水流が十分に届いていなかったためであると推察された。攪拌塩漬法では網袋内の空間（隙間）でワカメがランダムに動くことが重要であることから、詰め込み過ぎや結束バンドの装着位置には注意することが必要である（逆に網袋に詰めるワカメが少なすぎると、攪拌中にワカメは絡まって容易に解けなくなるので注意）。

一方、試料No35（攪拌式）では葉芯とも水分活性値が0.790~0.792と高く塩分不足であり、海藻量（総量、網袋に詰める海藻量）、攪拌速度、塩漬時間、結束バンドの装着位置、攪拌塩漬中の食塩水濃度等の塩漬条件のいずれかに不具合があると考えられる。特に、攪拌塩漬中の飽和食塩水濃度の低下（26.3%未満になること）が発生すると塩漬は約1時間で終了できなくなる（2時間以上を要する）ので注意することが必要である。

本調査結果より、攪拌式で塩分不足と判断された試料はNo17とNo35の2試料のみであったことから、28年産の「芯太ワカメ」の塩漬においても「ワカメ高速攪拌塩漬装置しおまるの推奨使用条件」の有効性が確認された。

表3-1 平成28年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査結果【芯付品、自家加工品】

試料No	部位	水分 (%)	灰分 (%)	塩分 (%)	水分活性	塩漬法	サンプル数 (n)	備考
1	芯付(葉)	56.23	22.49	17.94	0.753	攪拌式	3	
	芯付(芯)	64.49	24.04	20.70	0.755	攪拌式	3	
2	芯付(葉)	55.36	23.56	19.29	0.752	攪拌式	3	
	芯付(芯)	63.16	24.67	21.15	0.754	攪拌式	3	
3	芯付(葉)	58.16	23.52	19.43	0.753	攪拌式	3	
	芯付(芯)	65.80	25.04	22.06	0.759	攪拌式	3	
4	芯付(葉)	61.88	23.48	20.03	0.758	攪拌式	3	
	芯付(芯)	69.35	25.03	22.79	0.758	攪拌式	3	中芯太め
5	芯付(葉)	63.26	21.95	18.49	0.783	攪拌式	3	
	芯付(芯)	71.20	23.34	21.21	0.786	攪拌式	3	
6	芯付(葉)	63.77	23.06	19.92	0.766	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.14	24.41	22.29	0.769	攪拌式	3	
7	芯付(葉)	64.30	22.68	19.43	0.776	攪拌式	3	
	芯付(芯)	71.28	24.12	22.21	0.779	攪拌式	3	
8	芯付(葉)	59.35	22.53	18.14	0.767	攪拌式	2	
	芯付(芯)	70.10	24.72	22.60	0.766	攪拌式	2	
9	芯付(葉)	56.93	23.12	19.20	0.755	攪拌式	2	
	芯付(芯)	66.18	24.86	22.15	0.760	攪拌式	2	
10	芯付(葉)	64.08	23.36	20.31	0.762	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.93	24.68	23.10	0.772	攪拌式	3	

表3-2 平成28年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査結果【芯付品、自家加工品】

試料No	部位	水分(%)	灰分(%)	塩分(%)	水分活性	塩漬法	サンプル数(n)	備考
11	芯付(葉)	63.82	23.56	20.40	0.764	攪拌式	3	
	芯付(芯)	71.14	24.73	22.86	0.782	攪拌式	3	
12	芯付(葉)	63.19	22.89	19.50	0.766	攪拌式	3	
	芯付(芯)	71.14	24.43	22.92	0.780	攪拌式	3	
13	芯付(葉)	63.22	23.35	20.17	0.762	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.92	24.87	23.25	0.773	攪拌式	3	
14	芯付(葉)	64.54	23.39	20.60	0.765	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.87	24.64	23.53	0.770	攪拌式	3	
15	芯付(葉)	62.11	22.90	19.80	0.766	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.57	24.51	23.03	0.772	攪拌式	3	
16	芯付(葉)	64.57	23.69	21.27	0.757	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.70	24.92	23.25	0.779	攪拌式	3	
17	芯付(葉)	63.57	22.91	19.19	0.765	攪拌式	3	
	芯付(芯)	71.16	24.27	21.82	0.802	攪拌式	3	
18	芯付(葉)	52.80	21.32	16.53	0.766	攪拌式	3	
	芯付(芯)	61.93	23.35	19.38	0.769	攪拌式	3	
19	芯付(葉)	55.72	22.20	17.94	0.764	攪拌式	3	
	芯付(芯)	63.28	23.64	21.07	0.766	攪拌式	3	
20	芯付(葉)	64.21	23.33	20.41	0.764	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.98	24.86	23.06	0.769	攪拌式	3	
21	芯付(葉)	63.92	23.64	20.72	0.761	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.37	25.11	23.25	0.763	攪拌式	3	
22	芯付(葉)	62.13	25.66	22.53	0.753	攪拌式	3	
	芯付(芯)	69.39	25.62	23.46	0.753	攪拌式	3	
23	芯付(葉)	63.50	24.11	20.89	0.752	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.05	25.67	23.60	0.758	攪拌式	3	
24	芯付(葉)	64.10	22.77	19.55	0.776	攪拌式	3	
	芯付(芯)	71.05	24.25	22.26	0.775	攪拌式	3	
25	芯付(葉)	64.65	22.34	19.24	0.783	攪拌式	3	
	芯付(芯)	71.68	23.70	21.74	0.787	攪拌式	3	
26	芯付(葉)	57.24	23.08	18.95	0.757	攪拌式	3	サイズ不揃い(2本小さい)
	芯付(芯)	62.99	24.44	21.32	0.755	攪拌式	3	サイズ不揃い(2本小さい)
27	芯付(葉)	58.26	21.90	17.86	0.771	攪拌式	3	短サイズ
	芯付(芯)	67.05	23.59	20.69	0.777	攪拌式	3	短サイズ
28	芯付(葉)	64.32	22.95	19.44	0.773	攪拌式	2	
	芯付(芯)	70.61	24.13	21.73	0.776	攪拌式	2	
29	芯付(葉)	62.69	23.44	20.18	0.760	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.15	25.17	23.17	0.758	攪拌式	3	
30	芯付(葉)	63.20	24.01	20.76	0.753	攪拌式	3	未脱水、水分多め
	芯付(芯)	68.70	25.52	23.23	0.754	攪拌式	3	未脱水、水分多め
31	芯付(葉)	66.30	22.67	19.46	0.781	攪拌式	2	
	芯付(芯)	70.69	23.69	21.91	0.783	攪拌式	2	
32	芯付(葉)	53.73	23.24	18.72	0.753	攪拌式	3	付着塩有(多)、芯抜品
	芯付(芯)	62.81	25.90	22.70	0.752	攪拌式	2	付着塩有(多)、芯抜品
33	芯付(葉)	52.79	22.20	17.55	0.753	攪拌式	3	小サイズ、付着塩有(少~中)
	芯付(芯)	60.22	23.83	19.84	0.752	攪拌式	3	小サイズ、付着塩有(少~中)
34	芯付(葉)	60.57	25.42	22.05	0.753	攪拌式	2	小サイズ、付着塩有(多)
	芯付(芯)	68.37	26.06	23.68	0.750	攪拌式	2	小サイズ、付着塩有(多)
35	芯付(葉)	59.00	21.46	16.98	0.790	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.02	23.35	21.03	0.792	攪拌式	3	サイズ不揃い(1本小さい)
36	芯付(葉)	57.52	31.21	27.72	0.752	攪拌式	2	未脱水、水分、付着塩多め
	芯付(芯)	69.53	25.77	23.70	0.752	攪拌式	2	未脱水、水分、付着塩多め
37	芯付(葉)	54.44	21.87	16.76	0.764	攪拌式	2	小サイズ
	芯付(芯)	60.84	23.26	19.60	0.764	攪拌式	2	小サイズ
38	芯付(葉)	63.38	24.33	21.46	0.751	攪拌式	3	
	芯付(芯)	69.84	25.64	23.95	0.750	攪拌式	3	
39	芯付(葉)	64.18	23.27	20.64	0.765	攪拌式	3	
	芯付(芯)	70.76	24.66	22.77	0.764	攪拌式	3	
40	芯付(葉)	65.63	24.11	21.81	0.757	攪拌式	2	
	芯付(芯)	70.58	25.27	24.14	0.757	攪拌式	2	
41	芯付(葉)	53.51	21.48	16.32	0.754	攪拌式	3	
	芯付(芯)	60.08	22.91	19.03	0.766	攪拌式	3	
42	芯付(葉)	63.25	24.16	21.18	0.757	従来式	2	
	芯付(芯)	70.28	25.52	23.72	0.756	従来式	2	
43	芯付(葉)	61.81	23.86	20.62	0.751	従来式	2	
	芯付(芯)	69.22	25.45	23.32	0.755	従来式	2	
44	芯付(葉)	64.18	24.04	21.37	0.756	従来式	3	
	芯付(芯)	70.33	25.13	24.01	0.754	従来式	3	
45	芯付(葉)	63.03	24.68	21.81	0.750	従来式	3	
	芯付(芯)	70.50	25.31	23.95	0.749	従来式	3	
46	芯付(葉)	61.95	24.21	21.37	0.751	従来式	3	
	芯付(芯)	69.23	25.30	23.56	0.750	従来式	3	
47	芯付(葉)	55.89	23.08	18.75	0.751	不明	3	付着塩有(少)
	芯付(芯)	63.98	24.60	21.59	0.755	不明	3	付着塩有(少)

3-4) 平成28年産湯通し塩蔵ワカメ【芯付品、自営加工場加工品】

11 試料のうち8試料は同じ加工場で加工された製造日が異なる製品であったが、2試料で水分活性値が0.80以上と塩分不足であった(表4)。同じ加工場による製品でも塩分にバラツキがあることが示唆され、振り塩前の水切りを十分に行い、加塩量不足が発生しないように注意することが必要である。また、大量に塩蔵加工する場合、後半に塩漬されたロットでは塩漬時間が短くなる傾向があるので、塩漬時間を十分に確保することが必要である(塩漬を2昼夜にする等)。品質管理上の注意点として、1~2 昼夜塩漬後に塩漬タンク内に生じている浸出液の塩水濃度が25%以上であるかをタンク毎に毎回確認することが重要である。

表4 平成28年産湯通し塩蔵ワカメの品質調査結果【芯付品、自営加工場加工品】

試料 No	部位	水分 (%)	灰分 (%)	塩分 (%)	水分活性	塩漬法	サンプル数 (n)	備考
1	芯付(葉)	58.84	24.52	20.53	0.751	従来式	3	
	芯付(芯)	66.53	25.32	22.49	0.749	従来式	3	
2	芯付(葉)	58.67	24.14	20.55	0.750	従来式	3	
	芯付(芯)	64.82	24.97	21.85	0.750	従来式	3	
3	芯付(葉)	54.81	28.59	24.68	0.750	従来式	3	
	芯付(芯)	65.02	25.12	22.58	0.750	従来式	3	
4	芯付(葉)	59.04	25.76	21.88	0.748	従来法	3	付着塩有(中~多)
	芯付(芯)	68.35	25.87	23.55	0.750	従来法	3	付着塩有(中~多)
5	芯付(葉)	60.30	25.87	22.55	0.750	従来法	3	付着塩有(少)
	芯付(芯)	67.90	25.57	23.27	0.751	従来法	3	付着塩有(少)
6	芯付(葉)	66.06	20.77	17.18	0.810	従来法	3	付着塩有(微~少)
	芯付(芯)	72.43	21.93	20.17	0.811	従来法	3	付着塩有(微~少)
7	芯付(葉)	59.15	29.01	25.77	0.749	従来法	3	付着塩有(微~少)
	芯付(芯)	68.46	25.90	23.18	0.749	従来法	3	付着塩有(微~少)
8	芯付(葉)	65.69	20.85	18.13	0.806	従来法	3	付着塩有(微~少)
	芯付(芯)	72.21	22.09	20.35	0.802	従来法	3	付着塩有(微~少)
9	芯付(葉)	60.83	25.65	22.91	0.749	従来法	3	付着塩有(微~少)
	芯付(芯)	68.82	25.61	23.32	0.747	従来法	3	付着塩有(微~少)
10	芯付(葉)	63.51	22.88	19.70	0.777	従来法	3	付着塩有(微)
	芯付(芯)	70.09	24.04	21.94	0.767	従来法	3	付着塩有(微)
11	芯付(葉)	60.37	24.84	21.49	0.750	従来法	3	付着塩有(多)
	芯付(芯)	67.85	25.52	23.23	0.748	従来法	3	付着塩有(多)

3-5) 平成28年春産湯通し塩蔵ワカメの品質調査結果のまとめ

品質調査を行った198試料の塩分と水分活性との関係性を図5に示した。その結果、攪拌式、従来式、循環式とも塩分不足の製品(水分活性値0.79以上)は非常に少なかった。震災以降、急速に現場導入が進んだ高速攪拌塩漬装置(攪拌式)の生産者への定着化と製品の品質安定化が確認された。

県内のワカメの自家加工者約460名(29年春の自家加工者数の推定値、岩手県漁連調べ)の内、約280名(約60%)が攪拌式を導入しており、ワカメ・コンブの塩漬時間の短縮化と作業の省力化が生産者から好評を得ているが、本調査結果により生産者が意欲的かつ真面目に高速攪拌塩漬装置を使用していることが証明された。

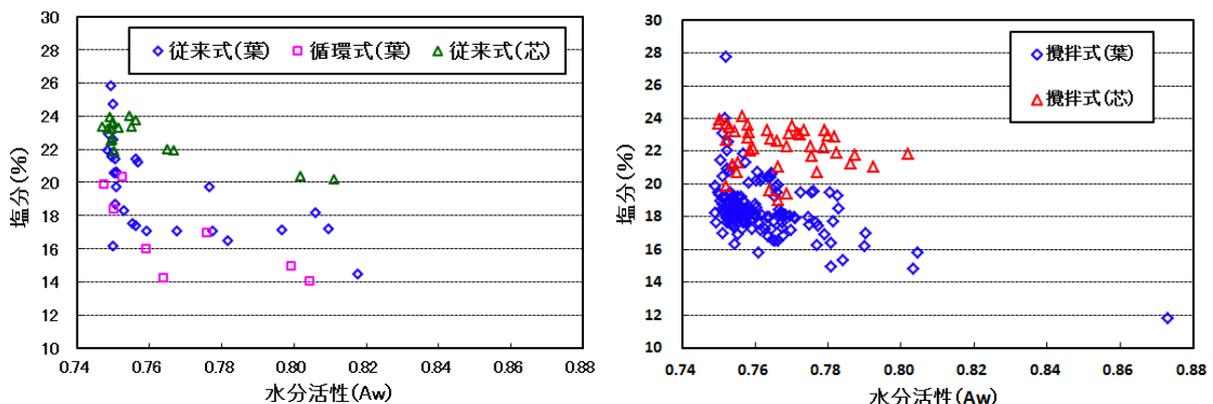


図5 湯通し塩蔵ワカメ(葉・芯)の塩分と水分活性の関係(左:従来式・循環式、右:攪拌式)

4 加工相談の対応による海藻製品の品質向上支援

平成28年度に当職（小野寺主査専研）が対応した加工相談の対応件数は63件（うち54件が海藻関係）となり、前年度（27年度）よりも約20件少なかった。加工相談の内訳（括弧内は海藻関係の相談件数）は、加工法12(11)、成分17(16)、異物・変色14(13)、製造機械5(2)、貯蔵法4(3)、測定法1(1)、その他10(8)であった。平成28年産湯通し塩蔵ワカメの品質が良好であったため相談件数が減ったと推察される。また、相談者の半数は漁業関係者（全漁連、岩手県漁連、県内漁協、漁業生産者）であった。

<今後の問題点>

1 高速攪拌塩漬装置（しおまる）の漁期後の保管について

平成28年の秋頃に来春に向けて高速攪拌塩漬装置の点検を石村工業(株)が実施したところ、漁期終了後の真水洗浄が不十分であるため水槽底に穴が開く電食の発生が岩手・宮城県で100件以上見られた。ステンレスは鉄、クロム、ニッケルからなる合金であり、洗浄が不十分だとステンレスと食塩と水（湿気）の電気化学的な反応が生じて電食が発生するので注意が必要である。水槽に穴が開くと有償修理となるので、漁期終了後は攪拌翼を外し（図6）、攪拌翼の裏側の食塩を真水で完全に洗い流して十分に乾燥させてから保管すること。シートを被せて保管していても湿気の影響を受けるので、晴天時にはシートを外して再度乾燥させ、その時に錆等の発生確認等の自己点検を年に数回は実施する必要がある。また、コンセントを外していても電食が発生する場合もあるので、地中に電流を逃がすためのアース棒（地中埋込式）を毎年取り付けしておくことを推奨する（詳細は装置を販売する石村工業に確認すること）。



図6 攪拌翼を外した様子

2 高速攪拌塩漬装置（しおまる）の塩ビパイプ製回転軸カバーの改造事例について

平成28年の秋頃、来春に向けた高速攪拌塩漬装置の点検・準備を行う段階で、回転軸を覆う塩ビパイプ（3～5本程度）を外し、ステンレス製の回転軸用カバー（壁面には2本の流線型の羽が装着）に取り替える生産者が複数認められた（図7）。従来の塩ビパイプ製の回転軸カバーでは、海藻を詰めた網袋が塩ビパイプに絡みついて攪拌不足になる現象や、外側の塩ビパイプ下端に網袋が絡みついて外れなくなる現象が発生することがあり、これらの防止を目的として改造を行ったと推察される。塩ビパイプ製回転軸カバーに対する網袋の絡みの発生は、攪拌速度が推奨条件よりも遅い場合や水槽内の網袋数が多い場合（海藻総重量が500kg以上）等に生じやすく、生産者の高速攪拌塩漬装置の使用状況も大きく影響している。今後、本改造を行った生産者に対する状況調査を行い、その有効性等を検証する必要がある。なお、本改造により網袋に対する絡みの発生は防止できるが、網袋に対する攪拌水流の影響は限定的なため、攪拌速度を遅くするのは不適切なことから、ステンレス製回転軸カバー



図7 平成29年春に登場したステンレス製の回転軸用カバー

を使用する場合でも『ワカメ高速攪拌塩漬装置しおまるの推奨使用条件』を遵守することが必要である。

<次年度の具体的計画>

- 1 生ワカメ葉体 pH の測定調査
- 2 湯通し塩蔵ワカメの品質調査
- 3 最適な攪拌塩漬条件の把握および新推奨条件の普及・指導
- 4 湯通し塩蔵ワカメ加工の状況調査・改善指導
- 5 加工相談の対応による海藻加工品等への技術支援および指導

<結果の発表・活用状況等>

- ・研究結果報告（ワカメ共販ブロック会議、ワカメ格付査定研修会）
- ・塩漬状況調査報告（漁協・水産加工業者、しおまるの使用者等への出前講座）
- ・海藻の高速攪拌塩漬法および装置の開発とその普及（平成 28 年度農林水産関係若手研究者研修、農林水産技術会議主催）
- ・内閣府主催産学官連携功労者表彰による内閣府および農林水産技術会議 HP へのポスター掲載
- ・イノベーション・ジャパン 2016 におけるポスター展示