

昆布佃煮の変敗に及ぼす水分活性、初発酵母菌数及び貯蔵温度の影響

青山康司・岡崎 尚・米田達雄

Influence of Water Activity, Yeast Concentration and Storage Temperature
on Spoilage of Konbu-tsukudani

Yasushi AOYAMA, Takashi OKAZAKI and Tatsuo YONEDA

One osmophilic yeast strain was separated from spoiled Konbu-tsukudani that was characterized by low water activity (A_w). Konbu-tsukudani is a Kelp product, richly seasoned with soysause and sugar. The yeast was identified as *Zygosaccharomyces rouxii*. Using this yeast, the relationship between the preservation period of Konbu-tsukudani at 30 °C and the yeast concentration in Konbu-tsukudani was investigated. The A_w values of the Konbu-tsukudani were adjusted to 0.75~0.87. The same experiment was also repeated at 10 °C and 20 °C. The result was the yeast caused no decay in the range of 10^1 - 10^5 CFU/g, but only spoiled the Konbu-tsukudani at the conditions of 10^6 CFU/g, A_w 0.78 and 30 °C. However, each Konbu-tsukudani containing 10^1 - 10^6 CFU/g of yeast, decayed at the conditions of higher than A_w 0.80 and 30 °C. The same results at 30 °C were also obtained at 20 °C. However, at 10 °C the Konbu-tsukudani was preserved for more than a month, even though its A_w value was 0.87. The relationship between the number of days that it took to decay and the logarithm of the initial concentration of yeast in the Konbu-tsukudani showed linearity at each A_w value and each temperature. From these results, the period of preservation for Konbu-tsukudani at various A_w values, can now be predicted.

緒 言

近年、消費者の健康への関心が高まり、佃煮類は低塩、低糖で、しかも合成保存料を使用しないものに人気が高まっている。しかし、このようなことが微生物にとっては増殖しやすい環境を生み、夏場を中心に佃煮類の変敗事故が起き、佃煮製造業者にとっては、大きな問題となっている。佃煮類は惣菜類などに比べ、塩分や糖分が高く、水分活性が低いために、細菌類よりはカビや酵母などの真菌が発育しやすい。また、ここ数年、酵母による変敗事故が多くなっている。酵母による変敗では、その包装形態によっても異なるが、密封包装した場合、貯蔵中に増殖した酵母から発生する炭酸ガスによる容器の膨張が問題となる。

佃煮類に酵母が発育する要因としては、その水分活性、初発酵母数及び貯蔵温度等が考えられる。しかし、これらの要因と酵母による佃煮類の変敗との関係を検討した報告は見られない。そこで著者らは、佃煮類の酵母による変敗を防止することを目的として、佃煮類の変敗に及ぼす水分活性、初発酵母数及び貯蔵温度の影響について調べた。

実 験 方 法

1. 分析方法

水分活性はNovasina社の水分活性測定装置(Thermoconstanter HUMIDAT:TH2)を用いて測定した。水分は常圧加熱乾燥法によって測定した。塩分は試料を灰化後モ

ール法¹⁾によって測定した。pHはpHメーター (IWAKI GLASS M-225) を用いて測定した。

2. 変敗した市販昆布佃煮からの変敗原因菌の分離

変敗原因菌は変敗し膨張した容器詰の昆布佃煮 (A社, B社の各1点) を滅菌水で段階的に希釈し, ポテトデキストロース平板培地 (クロラムフェニコール 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 添加) に塗布し, 30℃, 4~5日間培養後, 培地上に発生したシングルコロニーとして分離した。

分離した菌は, A社由来のものをA株, B社由来のものをB株とした。

3. 酵母の同定

酵母の形態観察はYPD平板培地で30℃ 4~5日間培養後, 光学顕微鏡 (1000倍) で行った。

耐浸透圧試験は0%~30%塩化ナトリウムを含むYPD液体培地で30℃ 14日間静置培養後, 生育の有無を観察した。

発酵試験は, Durham発酵管法²⁾によって行った。

4. 酵母数測定

ポテトデキストロース培地 (クロラムフェニコール 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 添加) で混釈培養 (30℃, 4~5日間) 後, 発生したコロニー数を計測した。

5. 水分活性を調整した培地の調製

所定の水分活性を有する培地は, グリセロール0, 40, 45, 50, 55% (w/w) (A_w 1.00~0.74) をそれぞれYPD平板培地に添加して調製した。

6. 昆布佃煮の調製 (植菌用)

(1) 種昆布佃煮

変敗した市販昆布佃煮から分離した酵母 (以下酵母) をYPD液体培地 (5ml) で30℃ 1日間振盪培養し, 当センターで調製した昆布佃煮 (植菌用昆布佃煮と同じ組成, 水分活性0.91) 900gに全量添加した。十分に攪拌してからポリエチレン製の袋に入れ, 脱気密封後, 30℃で袋が酵母の発生する炭酸ガスによって膨張するまで貯蔵した。このとき, 種昆布佃煮の酵母数は 1.2×10^7 CFU/gに増殖していた。

(2) 植菌用昆布佃煮

細切りした乾燥昆布580gを沸騰水で5分間洗浄後, 醤油1,500g, アミノ酸液400g, 水2,150g, 砂糖900g, グ

ルタミン酸ナトリウム50g, 配合調味料 (ヤマサ(株)製) 5g, 食添用リンゴ酸1.2g, 総合アミノ酸製剤 (味の素(株)製) 50g及び増粘剤 (大日本製薬(株)製) 1.7gの組成の調味液に入れ, 調味液が所定の屈折糖度計の値になるまで蒸気二重釜で煮熟した。煮熟終了後, 液切りを行い, 無菌環境下で放冷した。煮熟終了時の調味液の屈折糖度計の値をBrix48~62の範囲内で変えて水分活性の異なる昆布佃煮を調製した。

7. 貯蔵試験

種昆布佃煮と植菌用昆布佃煮を混合し, $10^1 \sim 10^6$ (CFU/g) の酵母を含む昆布佃煮を調製した。この30gずつを5袋のナイロン-ポリプロピレン製の透明パウチに詰めて脱気密封後, 所定の温度で1ヶ月間貯蔵した。佃煮の変敗の判定は, 袋が完全に膨張したときは変敗 (“+”), 少し膨張したときは変敗前 (“±”), 膨張していないときは正常 (“-”) と表した。

8. 保存料添加試験

煮熟終了後, 植菌用昆布佃煮に最終濃度が0.1%になるようにソルビン酸カリウムを添加し, 貯蔵試験を行った。

実験結果

1. 容器が膨張した市販昆布佃煮からの変敗菌の分離

変敗し, 容器が膨張した市販昆布佃煮 (A社, B社の2点) から変敗原因菌を分離した。顕微鏡観察の結果, 変敗原因菌はいずれも酵母であった。

2. 酵母の同定

形態観察の結果, A, B両株とも栄養細胞は球形もしくは卵形で, 多極出芽により増殖した。また偽菌糸は形成しなかった。耐浸透圧試験の結果, 両株とも20%塩化ナトリウムを含むYPD培地でも生育した。発酵試験の結果, 両株ともグルコース, マルトースは発酵したが, ガラクトース, スクロース, ラクトース, ラフィノースは発酵しなかった。以上の結果から, 変敗原因酵母は両株とも *Zygosaccharomyces rouxii* と推定された。以下の実験は, 生育の良いA株を用いて行った。

3. 種々の水分活性における酵母の増殖試験

水分活性を変えたYPD平板培地に分離酵母を一白金耳塗布し, この平板を透明パウチに入れて半脱気包装後,

30℃で培養した。その結果を表1に示した。培養7日後、水分活性が0.83までの培地で発育が認められた。培養14日後には水分活性が0.79の培地でも発育が認められた。

表1 酵母の生育に及ぼす水分活性の影響

グリセロール濃度 % (w/w)	水分活性	培養日数			
		7	14	21	42
0	1.00	++	++	++	++
40	0.84	+	+	+	+
45	0.83	±	+	+	+
50	0.79	-	±	±	±
55	0.74	-	-	-	-

++：非常によく生育，+：よく生育，±：わずかに生育，
-：生育しない

4. 市販佃煮の性状と保存性

市販されている5社9品の佃煮の水分活性、水分、塩分、pHを測定し、結果を表2に示した。水分活性は0.81～0.95、水分は44.8～64.6%、塩分は1.9～7.4%、

表2 市販佃煮の形状と保存性

企業名	品名	水分活性	水分 (%)	塩分 (%)	pH	ソルビン酸K添加	保存試験 ^a
A社	しそ昆布	0.81	46.9	7.4	4.8	-	±
A社	角切昆布	0.84	50.5	6.2	5.0	+	-
B社	若布佃煮	0.81	44.8	6.3	5.6	-	-
B社	昆布巻	0.90	49.1	3.3	4.7	+	+
C社	しめじ佃煮	0.84	46.8	6.9	5.1	+	-
C社	角切昆布	0.85	53.5	6.3	4.9	-	+
C社	椎茸佃煮	0.87	49.1	4.7	5.5	+	-
D社	しそ昆布	0.85	53.2	6.1	5.0	- ^b	-
E社	昆布巻	0.95	64.6	1.9	5.5	+	-

a -：袋が膨らんでない ±：袋がわずかに膨らんでいる
+：袋が膨らんでいる
b 孟宗竹抽出物添加品

表3 佃煮保存実験 (30℃)

表3-1. 水分活性 0.78

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	1.2×10^2	1.1×10^3	9.1×10^3	1.1×10^5	1.9×10^6
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	±
9	-	-	-	-	± ±
10	-	-	-	-	± ± ±
11	-	-	-	-	± ± ± ±
15	-	-	-	-	± ± ± ± ±
28	-	-	-	-	± ± ± ± ±
31	-	-	-	-	± ± ± ± ±

表3-2. 水分活性 0.80

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	5.0×10^1	5.8×10^2	8.2×10^3	9.9×10^4	9.0×10^5
6	-	-	-	-	± ± ± ± ±
7	-	-	-	-	± ± ± ± ±
9	-	-	-	-	± ± ± ± ±
10	-	-	-	-	± ± ± ± ±
11	-	-	-	-	± ± ± ± ±
12	-	-	-	-	± ± ± ± ±
13	-	-	-	-	± ± ± ± ±
16	-	-	-	-	± ± ± ± ±
17	-	-	-	-	± ± ± ± ±
18	-	-	-	-	± ± ± ± ±
21	-	-	-	-	± ± ± ± ±
22	-	-	-	-	± ± ± ± ±
23	-	-	-	-	± ± ± ± ±
25	-	-	-	-	± ± ± ± ±
29	-	-	-	-	± ± ± ± ±

表3-3. 水分活性 0.81

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)	
	3.0×10^1	4.1×10^2
8	-	± ± ± ± ±
9	-	± ± ± ± ±
11	+	+

表3-4. 水分活性 0.82

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	2.0×10^1	5.0×10^2	6.0×10^3	5.8×10^4	5.0×10^5
2	-	-	-	-	± ± ± ± ±
3	-	-	-	-	± ± ± ± ±
4	-	-	-	-	± ± ± ± ±
5	-	-	-	-	± ± ± ± ±
6	-	-	-	-	± ± ± ± ±
7	-	-	-	-	± ± ± ± ±
8	-	-	-	-	± ± ± ± ±
9	-	-	-	-	± ± ± ± ±

表3-5. 水分活性 0.84

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	6.0×10^1	5.5×10^2	7.0×10^3	1.6×10^5	1.2×10^6
1	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-

表3-6. 水分活性 0.87

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	2.0×10^1	1.2×10^2	1.7×10^3	9.2×10^4	1.2×10^6
1	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-

-：袋が膨らんでない ±：袋がわずかに膨らんでいる
+：袋が膨らんでいる

pHは4.7～5.6の範囲であった。次にこれら市販佃煮に酵母を約 10^4 CFU/g接種し、30℃で1ヶ月間貯蔵し、酵母の発育の有無を容器の膨張で判定した。結果を表2に示した。A社のしそ昆布、B社の昆布巻およびC社の角切昆布においては、袋が膨らんでおり酵母が発育した。これらの製品にはいずれもソルビン酸カリウムが添加されていない。この結果から、保存料（ソルビン酸カリウム）無添加の場合には、水分活性が0.81と低い市販昆布佃煮においても、酵母が発育することが認められた。

5. 貯蔵試験

水分活性の異なる昆布佃煮（0.75～0.87）に酵母を 10^1 から 10^6 CFU/gの範囲で酵母数がオーダーで異なるように接種し、30℃で貯蔵して変敗に要する日数を調べた。結果を表3に示した。水分活性が0.78の佃煮に 10^6 CFU/gの酵母を接種した場合、貯蔵8日目に1袋がわずかに膨らみ、15日目にはいずれの試料も袋が膨らみ、変敗が認められた。しかし、 10^5 CFU/g以下の酵母を接種したものは、貯蔵31日目でも変敗が認められなかった。水分活性が0.80よりも高い昆布佃煮の場合は、酵母の接種量が 10^1 CFU/g程度であっても1ヶ月以内に変敗した。さらに、水分活性が高くなるに従って、変敗に至る貯蔵日数が短くなる傾向が見られた。なお、表

には示さなかったが、水分活性が0.75に調製した昆布佃煮では酵母の接種量にかかわらず、いずれの試料も貯蔵期間中には変敗しなかった。

次に、貯蔵温度を20℃と10℃にして、同様に貯蔵試験を行った（表4、5）。その結果、貯蔵温度が20℃では、実験を行ったすべての水分活性（0.85, 0.82, 0.81）において、酵母の接種量が 10^1 CFU/g程度であっても1ヶ月以内に変敗した。貯蔵温度が10℃では水分活性が0.87の昆布佃煮だけが、酵母の接種量が 5.0×10^1 CFU/gでも1ヶ月以内に変敗した。しかし、水分活性が0.85の昆布佃煮の場合では、酵母の摂取量が 10^2 CFU/g以下のとき、また、水分活性が0.82の昆布佃煮の場合は、 10^5 CFU/g以下のときに、貯蔵1ヶ月以内に変敗が認められなかった。

6. 保存料添加試験

一般に佃煮の保存料として用いられているソルビン酸カリウムがこの酵母に対して効果があるかどうか調べた。昆布佃煮の水分活性0.87, pH5.2, 初発酵母数 1.5×10^1 CFU/gとし、30℃で貯蔵試験を行った結果、表6に示したように貯蔵1ヶ月後においても全く変敗は起こらず、酵母による変敗に対してソルビン酸カリウムが効果があることが分かった。

表4 佃煮保存試験（20℃）

表4-1. 水分活性 0.81

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	3.0×10^1	4.8×10^2	4.9×10^3	8.6×10^4	9.1×10^5
4	---	---	---	---	±
6	---	---	---	---	± ± ±
7	---	---	---	---	± ± ± ± ±
8	---	---	---	---	+
9	---	---	---	± ± ± ± ±	+
10	---	---	---	± ± ± ± ±	+
11	---	---	---	+	+
12	---	---	± ± ± ± ±	+	+
13	---	---	+	+	+
14	---	± ± ± ± ±	+	+	+
15	---	+	+	+	+
18	± ± ± ± ±	+	+	+	+
19	+	+	+	+	+

表4-2. 水分活性 0.82

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	5.0×10^1	7.3×10^2	9.0×10^3	1.0×10^5	8.8×10^5
5	---	---	---	---	± ± ± ± ±
6	---	---	---	---	+
7	---	---	---	± ± ± ± ±	+
8	---	---	---	+	+
9	---	---	± ± ± ± ±	+	+
10	---	---	+	+	+
12	---	+	+	+	+
14	± ± ± ± ±	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+

表4-3. 水分活性 0.85

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	1.3×10^2	8.3×10^2	1.3×10^4	8.3×10^4	6.4×10^5
3	---	---	---	---	± ± ± ± ±
4	---	---	---	---	+
5	---	---	---	± ± ± ± ±	+
6	---	---	± ± ± ± ±	+	+
7	---	± ± ± ± ±	+	+	+
8	---	+	+	+	+
9	± ± ± ± ±	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+

表5 佃煮保存試験 (10℃)

考 察

表5-1. 水分活性 0.82

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	5.0×10^1	7.3×10^2	9.0×10^3	1.0×10^5	8.8×10^5
21	-----	-----	-----	-----	± ± ± ± ± ±
26	-----	-----	-----	-----	+++++
31	-----	-----	-----	± ± ± ± ± ±	+++++

表5-2. 水分活性 0.85

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	1.3×10^2	8.3×10^2	1.3×10^4	8.3×10^4	6.4×10^5
7	-----	-----	-----	-----	----- ±
12	-----	-----	-----	-----	----- ± ± ±
15	-----	-----	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±
16	-----	-----	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±
17	-----	-----	-----	----- ± ± ±	± ± ± ± ± ±
18	-----	-----	-----	----- ± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
20	-----	----- ±	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
21	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
23	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
25	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
27	-----	----- ± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
29	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
31	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±

表5-3. 水分活性 0.87

日数	初発酵母菌数 (CFU/g)				
	5.0×10^1	6.1×10^2	6.3×10^3	9.4×10^4	4.3×10^5
4	-----	-----	-----	-----	----- ±
10	-----	-----	-----	-----	----- ±
12	-----	-----	-----	-----	± ± ± ± ± ±
13	-----	-----	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±
14	-----	-----	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±
15	-----	-----	----- ±	----- ± ± ±	± ± ± ± ± ±
16	-----	-----	----- ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
17	-----	-----	----- ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
18	-----	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
19	-----	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
20	-----	----- ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
21	-----	----- ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
22	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
24	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
25	-----	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
27	----- ± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
28	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
30	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±
31	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±	± ± ± ± ± ±

表6. 保存料添加試験

日数	添加保存料	
	無添加	0.1%ソルビン酸K
1	-----	-----
2	-----	-----
3	-----	-----
4	----- ± ± ±	-----
5	± ± ± ± ± ±	-----
31	± ± ± ± ± ±	-----

変敗した市販昆布佃煮から分離した酵母A株, B株を簡易同定した結果, 両株とも *Z. rouxii* と推定された。この酵母は醤油の発酵に用いられる酵母であり, 代表的な耐塩性酵母として知られている。佃煮製造工場では大量の醤油を用いることから, この酵母が工場の常在菌になる可能性があり, 佃煮を煮熟冷却後, 包装までの間に何らかの形でこの酵母による二次汚染が起こり, 変敗事故が発生したと考えられる。

変敗酵母のA株を水分活性の異なる培地(水分活性0.75~0.87)で培養した結果, この酵母は水分活性0.79の培地上でも生育が可能であった(表1)。このことから分離した酵母は耐浸透圧性が高いと考えられる。一方, 市販の佃煮の水分活性を調べた結果, すべて0.81以上であった。(表2) これらの市販昆布佃煮に本酵母を接種し, 30℃で1ヶ月間貯蔵したところソルビン酸カリウム無添加の佃煮の場合には, 水分活性が0.81のものでも本酵母が発育した。したがって, ソルビン酸カリウム無添加の昆布佃煮に本酵母が混入すると, 水分活性が0.81と低い製品であっても酵母による変敗を起こす可能性がある。市販の佃煮の水分活性は, あさり佃煮は0.72~0.91³⁾, 昆布佃煮は平均0.80⁴⁾であり, また, 製品の約50%が水分活性が0.80より高く⁴⁾, このことから本酵母のように耐浸透圧性が高い菌が汚染すると変敗が起こる可能性が示唆される。

佃煮類において, 酵母による変敗は, 合成保存料無添加の場合, 製品の水分活性, 初発酵母数, 貯蔵温度等に依存していると考えられる。そこで, 昆布佃煮の保存性に及ぼす水分活性, 初発酵母数及び貯蔵温度の影響を調べるために, 水分活性を0.75~0.87に調整した昆布佃煮に酵母数を $10^1 \sim 10^6$ CFU/gとなるように接種し, 変敗に要する日数を調べた。

貯蔵温度が30℃の場合には, 水分活性が0.75の佃煮は, 初発酵母数に関係なくいずれも変敗しなかったことから, 水分活性を0.75以下になるように佃煮を製造すれば, 酵母による汚染に係わらず変敗は防止できると思われる。水分活性が0.78の佃煮の場合には, 10^6 CFU/gの酵母を接種した場合に限って変敗していたが, それ以下の酵母数の接種では変敗しなかった。したがって, 酵母数が 10^5 CFU/g以下の汚染の少ない製品であれば, 水分活性が0.78程度の佃煮の変敗は1ヶ月間防止できると考えられる(表3)。水分活性が0.80以上で1ヶ月間変敗を防ぐためには, ソルビン酸カリウムの添加が必要である。

表3から、佃煮の変敗に要する日数と初発酵母数の対数値の関係を調べ、図1に示した。水分活性が同じ昆布佃煮において、両者の関係は、ほぼ直線で表すことができた。この直線の傾きは酵母の増殖速度を示していると考えられる。また、この直線から水分活性が0.80以上の昆布佃煮はその中に酵母が1個/g存在すると1ヶ月以内に変敗することがわかる。

次に、貯蔵温度30℃と同様に、表4、5から、貯蔵温度が10℃と20℃の場合の佃煮の変敗までに要する日数と初発酵母数の対数値の関係を調べ、図2に示した。貯蔵温度を20℃にしたとき、30℃と比べ変敗までの日数が若干伸びたが、顕著な効果は見られなかった。一方、貯蔵温度を10℃まで下げると、水分活性0.85の昆布佃煮においても初発酵母数が 10^3 CFU/g程度なら佃煮の変敗は1ヶ月間防止できることがわかった。

以上の結果から、常温流通を前提にした昆布佃煮を製

造するためには、合成保存料を添加しない場合、水分活性を0.78以下に調製すれば、本酵母による変敗を防止できる。また、水分活性が0.80以上の佃煮は、無菌的に製造するか、または、密封包装後に加熱殺菌するか、合成保存料の添加が必須と考えられる。一方、10℃以下で流通する場合、佃煮の水分活性を0.85以下にし、酵母の汚染を 10^3 個/g以下になるような製品を製造すれば、1ヶ月間貯蔵可能である。すなわち、冷蔵貯蔵は酵母による変敗を防ぐのに非常に有効であることがわかった。これらの考察は、昆布佃煮以外の水分活性の低い食品にも適用できると思われる。

要 約

1. 変敗した市販昆布佃煮から原因菌を分離し、同定したところ、酵母の一種である、*Zygosaccharomyces rouxii*と推定された。本酵母は水分活性が0.79の培地でも生育可能であり、耐浸透圧性の高い酵母であった。
2. 市販されている5社9品の佃煮を分析した結果、水分活性は0.81～0.95、水分は44.8～64.6%、塩分は1.9～7.4%、pHは4.66～5.56であった。また、これらの佃煮に分離酵母を接種したところ水分活性が0.81の佃煮であっても変敗した。
3. 昆布佃煮の水分活性と初発酵母数の関係を調べた結果、佃煮の変敗までに要する日数と初発酵母数の対数値は直線関係があった。また、貯蔵温度を30℃にしたとき、水分活性が0.80より高い場合は、酵母の接種量が 10^1 CFU/g程度であっても変敗した。貯蔵温度を20℃にしたとき、30℃と比べ若干変敗までの日数が伸びたが、顕著な効果は見られなかった。一方、貯蔵温度を10℃まで下げると、水分活性0.87においても初発酵母数が 10^1 CFU/g以下なら佃煮の変敗は1ヶ月間防止できることがわかった。

文 献

- 1) 日本食品工業学会編 食品分析法 p372 (1982)
- 2) 飯塚廣、後藤昭二：酵母の分類同定法、初版(東京大学出版会、東京)、p37 (1969)
- 3) 新藤哲也・広瀬理恵子・宮尾茂雄・宮村茜：食科工、43、49 (1996)
- 4) 岡崎尚・中川禎人：広島県立食品工業技術センター研究報告、22 (投稿中)

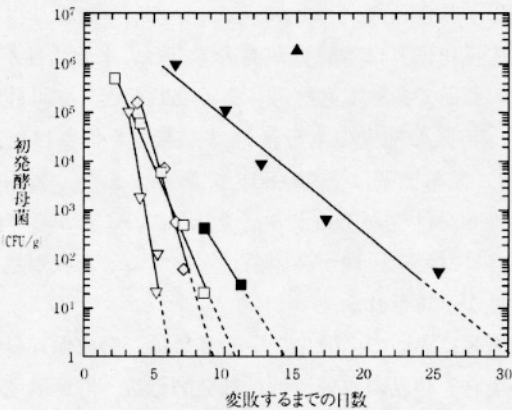


図1 初発酵母菌数と昆布佃煮の変敗に要する日数の関係 (30℃貯蔵)
水分活性：▽,0.87；◇,0.84；□,0.82；◆,0.81；▼,0.80；▲,0.78

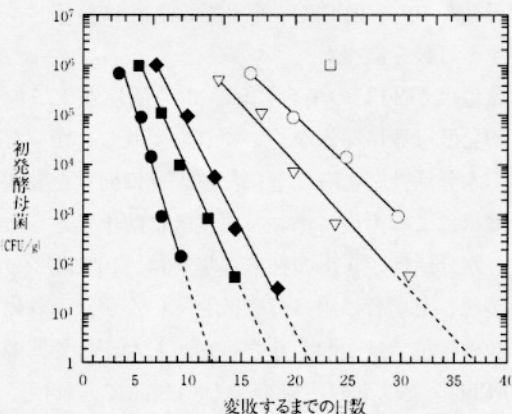


図2 初発酵母菌数と昆布佃煮の変敗に要する日数の関係 (20℃, 10℃貯蔵)
貯蔵温度20℃ 水分活性：●,0.85；■,0.82；◆,0.81
貯蔵温度10℃ 水分活性：▽,0.87；○,0.85；□,0.82