

結論：

亜酸化窒素、二酸化炭素および窒素含有ホイップクリーム⁽³⁵⁾の比重を測定した。その結果、亜酸化窒素および二酸化炭素含有ホイップクリームは、比重がそれぞれ 0.364、0.323 と原料クリーム⁽³⁵⁾の比重 0.999 の約 1/3 程度であり、クリーム中に気体が十分入り込んで、ホイップされている。一方、窒素含有ホイップクリームは比重が 0.671 であることおよび形状から、クリーム⁽³⁵⁾のホイップ化が不十分であった（図 1、写真 1）。

クリームをホイップ状にする性質を有する亜酸化窒素および二酸化炭素で充填したホイップクリーム⁽³⁵⁾の吐出後の時間経過による保形性の変化を比較した。その結果、吐出 30 分後の亜酸化窒素および二酸化炭素含有ホイップクリーム⁽³⁵⁾のクリーム面の高さはそれぞれ 53 mm、42 mm であり、亜酸化窒素含有ホイップクリーム⁽³⁵⁾は二酸化炭素含有ホイップクリーム⁽³⁵⁾よりもホイップクリーム⁽³⁵⁾の形状を維持していた（表 2、図 2）。

以上より、亜酸化窒素はクリームをホイップ状にし、形状をより長時間維持する上で、二酸化炭素、窒素に比べ有効な充填ガスである。

② 味覚⁽³⁵⁾

海外で市販されているホイップクリーム缶の噴射剤として用いられている亜酸化窒素に代替可能な二酸化炭素は、食品に添加すると酸味を呈し、舌を刺すような味のため、マイルド感を持つべき食品には使用されないことが経験的に知られている。これを確認する目的で、本要請者らは、亜酸化窒素および二酸化炭素を充填したホイップクリーム⁽³⁵⁾の味覚を通常のホイップクリーム⁽³⁵⁾と比較し、亜酸化窒素と二酸化窒素の間で統計学的に有意な比較が出来るように 50 名のパネラーによる官能試験を実施した。結果は、ウエイト付平均標点として算出した。

試料ホイップクリーム 2 種（亜酸化窒素含有ホイップクリーム⁽³⁵⁾、二酸化炭素含有ホイップクリーム⁽³⁵⁾）を対照ホイップクリーム⁽³⁵⁾（ケンウッドミキサーで生クリームを泡立てて調製したホイップクリーム⁽³⁵⁾）と比較した。甘味、酸味、舌を刺すような刺激、苦味の 4 項目について、対照ホイップクリーム⁽³⁵⁾と同じを 0 点、最も強いものを +2 点、最も弱いものを -2 点とする 5 段階（-2、-1、0、+1、+2）で、20~40 歳代の 50 名（男女各 25 名）のパネリストに採点させた。

味覚評価の手順：

試料ホイップクリーム缶の内容物を十分に混和した後、対照ホイップクリーム（P）と試料ホイップクリーム（亜酸化窒素含有ホイップクリーム：T、二酸化炭素含有ホイップクリーム：W）をプラスチック製容器に吐出し、量および形状から識別出来ないようにへらで形を整えた。各パネリストに対照ホイップクリームを試食後、被験ホイップクリーム（TまたはW）を試食させた。この時、ホイップクリームは飲み込まず吐き出すように指示した。甘味、酸味、舌を刺すような刺激、苦味の4項目について、被験ホイップクリームを対照ホイップクリームと比較して採点させた。パネリストが評価する被験ホイップクリームの順序はコイン法でランダム化した。テストの合間に2分間の休憩時間を設定した。また、パネリストが2つ目の被験ホイップクリーム評価時に、先の被験ホイップクリームを再度試食することは認めた。

統計解析：

味覚評価は各項目において、対照ホイップクリームと同じを0点、最も強いを+2点、最も弱いを-2点の5段階評価とした。

亜酸化窒素と二酸化炭素のウエイト付平均標点の差の検定は、統計解析ソフト「SPSS 10.0J for Windows」を用い、対応のあるT検定を行った。

味覚評価における標点結果：

甘味における亜酸化窒素含有ホイップクリームのウエイト付平均標点は0.48と対照ホイップクリームよりも甘味がやや強かったのに対し、二酸化炭素含有ホイップクリームのウエイト付平均標点は-0.64であり、対照ホイップクリームよりもやや甘味が弱かった（表3、図3）。

酸味および舌を刺すような刺激における亜酸化窒素含有ホイップクリームのウエイト付平均標点はそれぞれ0.08、0.14と対照ホイップクリームとほぼ同程度であったのに対し、二酸化炭素含有ホイップクリームのウエイト付平均標点はそれぞれ1.52、1.90であり、対照ホイップクリームよりも酸味および舌を刺すような刺激が強かった。

苦味における亜酸化窒素含有ホイップクリームのウエイト付平均標点は0.04と対照ホイップクリームとほぼ同程度であったのに対し、二酸化炭素含有ホイップクリームのウエイト付平均標点は0.62であり、対照ホイップクリームよりもやや苦味が強かった。

表3 味覚評価における標点結果

評価項目	充填ガス	人数 (標点×人数)					ウエイト付平均標点*
		(+2)	(+1)	0	(-1)	(-2)	
甘味	N ₂ O	7 (14)	25 (25)	6 (0)	9 (-9)	3 (-6)	0.48
	CO ₂	1 (2)	3 (3)	17 (0)	21 (-21)	8 (-16)	-0.64
酸味	N ₂ O	1 (2)	10 (10)	32 (0)	6 (-6)	1 (-2)	0.08
	CO ₂	30 (60)	17 (17)	2 (0)	1 (-1)	0 (0)	1.52
舌を刺すような刺激	N ₂ O	1 (2)	7 (7)	40 (0)	2 (-2)	0 (0)	0.14
	CO ₂	46 (92)	3 (3)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	1.9
苦味	N ₂ O	0 (0)	10 (10)	32 (0)	8 (-8)	0 (0)	0.04
	CO ₂	9 (18)	15 (15)	24 (0)	2 (-2)	0 (0)	0.62

* ウエイト付平均標点 = 各標点における合計標点 (標点×人数) の総和

50

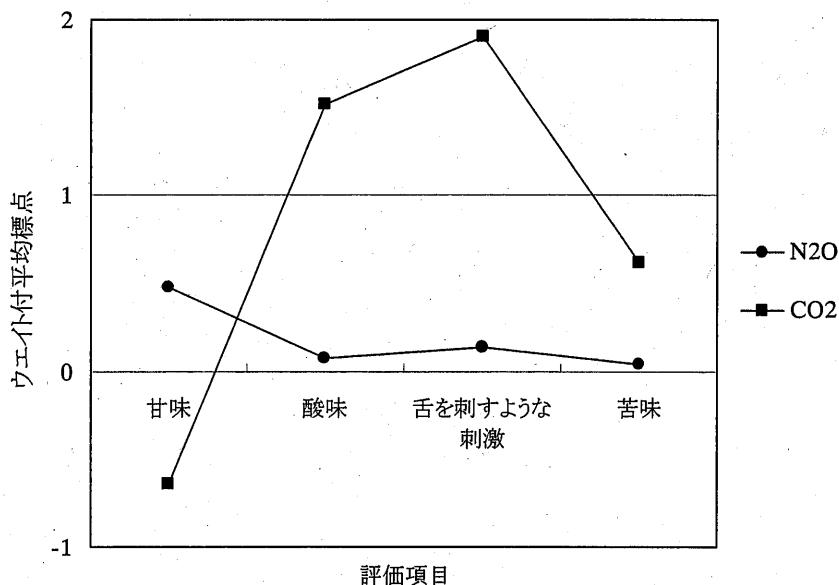


図3. N₂O、CO₂における味覚テスト

亜酸化窒素含有ホイップクリームと二酸化炭素含有ホイップクリームの比較：

甘味、酸味、舌を刺すような刺激および苦味の全4項目において、亜酸化窒素含有ホイップクリームと二酸化炭素含有ホイップクリームとの間に有意水準 0.01%以下で有意差が認められ、甘味については亜酸化窒素含有ホイップクリームが強く、酸味、舌を刺すような刺激および苦味については二酸化炭素含有ホイップクリームが強かった(表4)。

表 4 亜酸化窒素と二酸化炭素の評価の差の検定

評価項目	対応被験試料の差 (N ₂ O - CO ₂)				P (両側)
	ウエイト付 平均標点	標準偏差	差の99%信頼区間		
			下限	上限	
甘味	1.12	1.35	0.61	1.63	3.72E-07
酸味	-1.44	0.86	-1.77	-1.11	3.08E-07
刺激	-1.76	0.59	-1.98	-1.54	3.08E-07
苦味	-0.58	0.93	-0.93	-0.23	5.46E-05

結論：

亜酸化窒素含有ホイップクリームは、やや甘いという特徴以外は対照ホイップクリームとほぼ同程度であった。一方、二酸化炭素は対照ホイップクリームと比べて甘味がやや弱く、酸味および舌を刺すような刺激は強く、苦味もやや強かった。

亜酸化窒素と二酸化炭素との味覚は、全ての項目で統計学的に有意な差が見られ、甘味については亜酸化窒素含有ホイップクリームが強く、酸味、舌を刺すような刺激および苦味については二酸化炭素含有ホイップクリームが強かった。

以上より、亜酸化窒素含有ホイップクリームは従来のホイップクリームとほぼ同程度の味覚が得られ、既認可食品添加物である二酸化炭素に比べ味覚の点で統計学的に優れていることが確認された。一方、二酸化炭素は従来のホイップクリームよりも味覚が大きく劣るため、実用は不可能であることが確認された。

③ 防腐効果

亜酸化窒素加圧のディスペンサー貯蔵容器に保存されるクリームと常圧保存クリームの保存性を比較して、亜酸化窒素のクリームに対する防腐的効果が検討された (36)。

低温殺菌された市販クリーム中の内在性細菌増殖抑制

大腸菌群陰性、低温細菌計数 10 /mL 以下、標準のプレート計数 1000 /mL の低温殺菌市販クリームを用い、1、4 および 7℃ で細菌の増殖を測定した。ディスポーザブル「Sparkwhip」ボンベ充填亜酸化窒素を使用した。図 4 に示すように、特定の状態の下でクリームが亜酸化窒素加圧下で保存された時、細菌の増殖は低下し、保存性は上昇する。これらの効果は、1℃ と 4℃ のより低い貯蔵温度で顕著であり、許容できる有効貯蔵期間は、およそ 1 週間延長した。

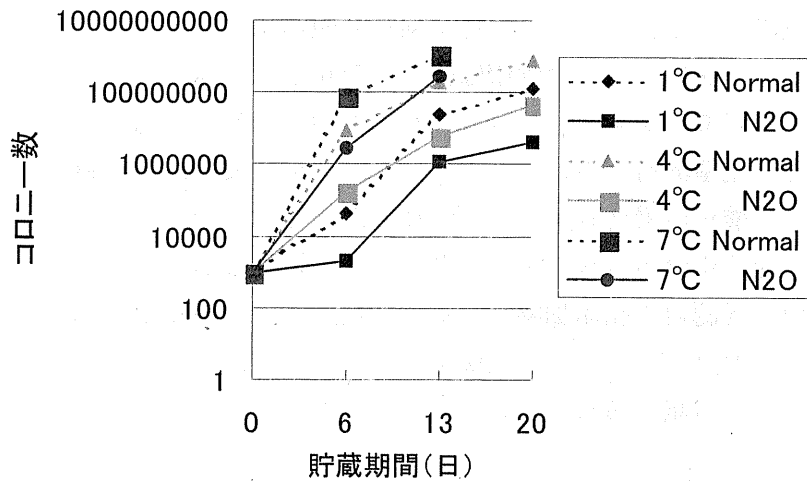


図 4 市販クリーム中の内在性細菌増殖抑制

腐敗細菌添加殺菌クリーム中の細菌増殖に対する空気、加圧空気、加圧窒素、加圧亜酸化窒素による抑制

腐敗細菌： *Ps. fluorescens* CR2、 *B. cereus* UQM 446 と coliform CR14 は、空気、窒素（食品グレード）と亜酸化窒素（Sparkwhip ポンベ）下で 550 kPa まで加圧下のクリームまたは常圧下のクリーム中で、4℃で培養された。図 5 に示すように、各々の腐敗細菌に対して、亜酸化窒素加圧下で強い増殖抑制がみられた。空気加圧下においてもかなりの抑制がみられ、亜酸化窒素の抑制が最も顕著であった。食品グレードの窒素加圧下では、軽度～中等度の抑制がみられた。

以上から、4℃以下で、亜酸化窒素加圧下で保存されるとき、良質クリームの許容できる有効貯蔵期間が約 1 週間延長し、腐敗菌汚染時の細菌増殖抑制効果が空気、窒素に比べ高いことが証明された。このように、亜酸化窒素はホイップクリーム噴射剤として、細菌増殖抑制効果が高く貯蔵期間を延長する利点を有する。

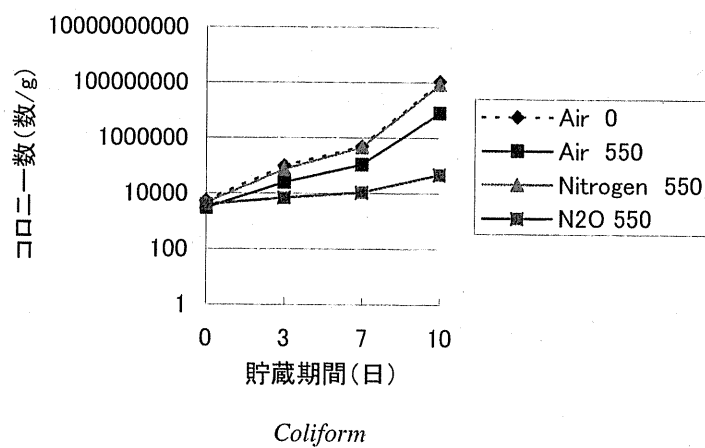
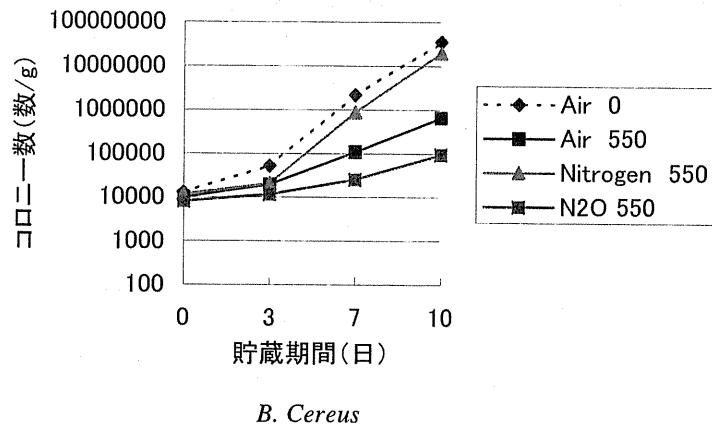
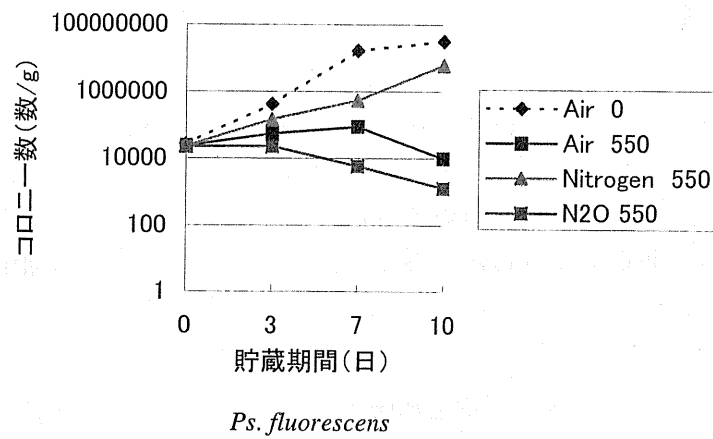


図5 腐敗細菌添加殺菌クリーム中の細菌増殖に対する空気、加圧空気 (550 kPa)、加圧窒素 (550 kPa)、加圧亜酸化窒素 (550 kPa) による抑制

(2) 食品中での安定性

亜酸化窒素は通常温度では安定であり（p.12 の安定性参照）、反応性の低い不活性ガスであることからホイップクリーム成分及び容器と反応することはないと考えられる。

(3) 食品中の栄養成分に及ぼす影響

亜酸化窒素は通常温度では反応性の低い不活性ガスであることから（p.12 の化学的性質参照）、クリームの栄養成分への影響は無いと考えられる。

なお、海外において亜酸化窒素は食肉、魚介類、卵、野菜、青果、香辛料、調味料などの多様な食品の添加物として商業的に利用されており（p.3）、食品中の栄養成分を損なうことはないと考えられる。また、米国で市販されている亜酸化窒素含有ホイップクリームは味・匂いなどの官能試験により4～9ヶ月の賞味期間が保証されている。