

ナノバブル発生装置（nanoGALF）による水への山椒等の香りの導入と 食品製造分野への応用の可能性

Introduction of sansho-pepper flavor to water by using nano-bubbles generator
and its application to the field of food manufacturing

○ 柏雅一（IDEC） 藤田俊弘（IDEC） 山崎英恵（京都大） 伏木亨（京都大）
○ KASHIWA Masakazu, FUJITA Toshihiro, YAMAZAKI Hanae, FUSHIKI Tohru

Abstract To evaluate new nano-bubble applications in food industry, we examined nano-bubble water, of nano-bubbles stably kept in water, infused with food flavors. A column with sansho-pepper pericarp was attached to the nanoGalf air inlet. The obtained nano-bubble water had sansho-pepper flavor. The sansho-pepper aroma was not detected one day later, but the flavor was well preserved for as long as four weeks. This suggests that nano-bubble surfaces adsorbed flavor molecules, which made it possible to preserve the flavor molecules for long periods.

Keywords: Nano-bubble, Bubble, Dissolved Gas, Flavor Gas, Sansho-pepper

1. 緒言

香りが付与された液体を生成するために、香りの発生源となる物質、すなわち、香り分子を放出する物質である香物質を液体に直接加えている。しかし、このような液体を食品や飲料に利用すると、香りの発生源となる物質が香り成分だけでなく味覚成分も放出し味に影響を与えてしまう。香り分子自体を直接水に加えた場合、香り分子には、水に不溶性や難溶性の性質を持つものが多く、水自体に香りを付与することが困難である。

近年、著者らによってnanoGALF技術による直径が $1\mu\text{m}$ 以下の気泡を含むナノバブル水を製造する技術の研究やナノバブル水の性質の研究結果が報告されてきたが [1]-[5]、ここでは、ナノバブル製造技術を用いて水に香りを付与する技術的手法についてその詳細を報告する[5]。

2. 試験装置、試験材料、感能試験方法

2.1 試験装置

Fig. 1~3 に本試験で用いた香り付与水製造試験装置の概要を示す。

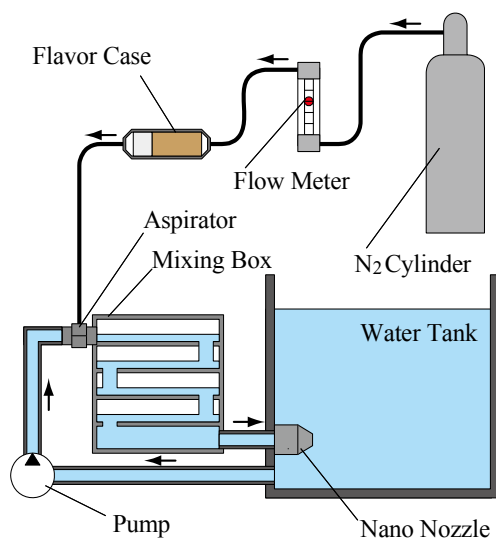


Fig.1 Experimental setup to generate nano-bubble water with flavor

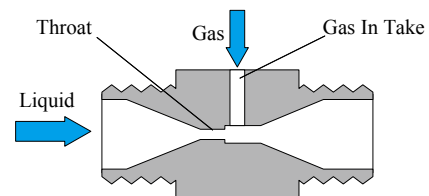


Fig.2 Cross-sectional view of the aspirator

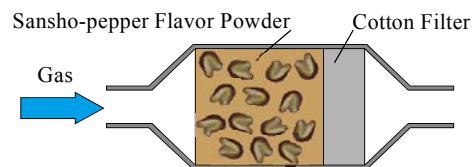


Fig.3a Schematic diagram of the inside of the flavor case



Fig.3b Photograph of sansho-pepper

本装置は、以下の作用で香り付与水を製造する。

- ・ ポンプで、内部にベンチュリー管状の流路が形成された吸引器に液体を圧送する。
- ・ 圧送された液体は、吸引器のベンチュリー管状の流路の喉部に静圧が低下する。この喉部のわずかに下流に設けられた気体吸引口から香り付与気体を吸引し気液混相流を形成させる。

流入する香り付与気体は、ボンベから流出した所定流量に調整された窒素ガスが香りケースを通過することで形成される。

この香りケースには、粉碎した山椒が収納されており、粉碎した山椒の流出を防止するために出口に脱脂綿で製作したフィルターが設けられている。

- ・ 吸引器で形成された気液混相流は、ミキシングボックスで香り付与気体が液体に加圧溶解する。

- ・ 香り付与気体が液体に加圧溶解した気液混相流は、ナノノズルに流入する。ナノノズルに流入した気液混相流は、ナノノズル内部での減圧による気体の析出とせん断によってナノバブルを形成する。

2.2 試験材料と運転条件

評価する材料は、以下のように調整した。粉碎した山椒 (Fig. 3b) を香りケース (φ10×長さ100mm) に収納し、試験装置の運転を行い山椒の香り成分と窒素が充填されたナノバブル水を作成した。作製条件をTable 1 に示す。

Table 1 Operation conditions to generate nano-bubbles with flavor

Pressure in mixing box	300KPa
Liquid flow rate	4L/min
N2 flow rate	0.2NL/min
Operation time	20min
Sansyo-pepper	2.66g

2.3 官能試験方法

官能評価試験は、3点識別試験法を採用した。3点識別試験法とは、A、Bの2種類の試料を比較する際に、A、A、Bのように試料を1組にして提示し、その中から異なる1試料を選ばせる方法で、結果は3点識別試験法のための検定表を用いて有意性を判定する。

今回の試験では、評価者15人 (男性3人、女性12人) で官能試験を行った。試験水として山椒ナノバブル水1サンプルと水道水2サンプルを用意しこれらの中から山椒ナノバブル水を選ばせた。また、官能試験は、まず香りのみでの評価をした後、口に含んで評価をする2段階方式を採用した。

3. 試験結果および考察

製造直後の山椒ナノバブル水の官能試験結果を Table 2 に示す。香りのみでの評価で1個の試料を正しく選んだ評価者は15名中15名であり、3点識別試験法の検定表によると、この正解率は危険率 0.1%で有意差があり、山椒水と水の香りには差が認められた。次に、口に含んで味わた後の評価では、正解者は15名中13名と、危険率 1%で有意差が認められた。香りのみの試験時よりも正解率が下がったが、これは山椒水の風味は極めて強いため、3点の試料を試飲する順番やその試験の前に匂いを嗅いだことによって、山椒の匂いが鼻腔に残ってしまったためと考えられる[5]。

Table 2 Result of smell and taste test of pepper flavor

	Number of people who feel the smell of pepper / Number of subjects
Smell test	15/15
Taste test	13/15

4週間経過した山椒ナノバブル水においても、十分な強さの山椒の香りを検出することができた。ナノバブルは、その境界面に疎水性の分子を集める性質があることが報告されている [6]-[7]。これらのことから、水に溶解しにくい山椒の香分子が Fig. 4 に示すイメージ図のようにナノバブル表面に捕捉され、この状態でのナノバブルが4週間経過後も消滅しなかったため香り付与水は4週間経過後も山椒の香りを保持できたものと考えられる。

これまでにナノバブルは、数ヶ月以上水中に存在するこ

とが知られており [8]-[9]、今回の製造条件で製作したナノバブル水を常温保存した場合の個数密度と保存時間の関係を Fig. 5 に示す。ナノバブル製造後、数日間は急激な個数の増加が観察されるものの、86日経過後においても初期の個数密度の80%以上を維持している。このことから180日経過後においても、初期の個数密度の50%以上を維持しているものと推察される。このようなナノバブルの安定性により、食品製造分野においても半年以上の期間にわたりナノバブルの効果が継続するものと期待できる。

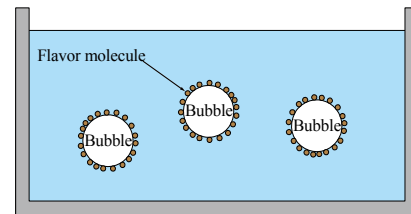


Fig.4 Insoluble flavor molecules around the nano-bubbles in water

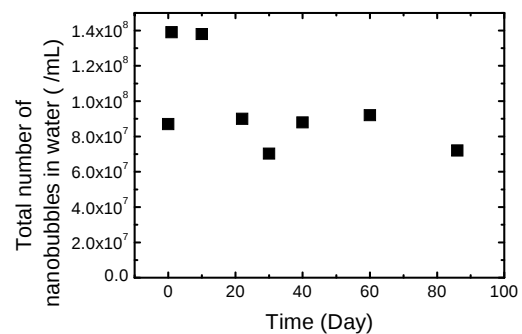


Fig.5 Time course of total number of nano-bubbles

4. まとめ

今回の試験により、ナノバブルを用いて水に不溶性な山椒の香りを付与することに成功し、その香りが4週間後も持続していることが確認できた。このことから、今後ナノバブルが食品や飲料などの香り付与の分野への展開が期待できる。

今後、山椒以外の香り物質の検討や食品分野への適用を考慮した食品用のナノバブル発生装置の開発を進めたい。

参考文献

- [1] IDEC REVIEW1993 和泉電気株式会社 pp.8-18 (1993)
- [2] 石田芳明ほか, 日本混相流学会 第2回マイクロバブル・ナノバブル技術講習会, p29-40 (2010)
- [3] 前田重雄ほか, 日本混相流学会年会講演会 pp.432-433 (2011)
- [4] 柏雅一ほか, 日本混相流学会年会講演会 pp.428-P429 (2011)
- [5] T. Fushiki et al., Introduction of Food Flavor to Water by Using Nano-Bubble Generator, Institute of Food Technologists Annual Meeting 2012, Las Vegas, NJ, June 25-28 (2012), to be published
- [6] Jin, F. et al., J. phys. Chem. B 2007 vol.111 pp.2255-2261 (2007)
- [7] Seddon, J.R.T. et al., Chem Phys Chem vol.13, pp2179-2187 (2012)
- [8] 寺坂宏一ほか, 日本混相流学会年会講演会 pp.424-425 (2011)
- [9] 前田重雄ほか, 日本混相流学会年会講演会 pp.430-431 (2011)